



**Autopista  
Río Magdalena**

MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 763 DE 2016 PARA LA INCLUSION DE LA FUENTE DE MATERIALES EL DIAMANTE PARA LAS UNIDADES FUNCIONALES 1 Y 2 DEL PROYECTO AUTOPISTA RIO MAGDALENA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

Código

Revisión

ARM-ML2-001

2

**AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA**

**CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP**

**No. 008 DE 10 DE DICIEMBRE DE 2014**

**CONCESIONARIO**

**AUTOPISTA AL RÍO MAGDALENA S.A.S.**

**MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 763 DE 2016 PARA LA INCLUSION DE LA FUENTE DE MATERIALES EL DIAMANTE PARA LAS UNIDADES FUNCIONALES 1 Y 2 DEL PROYECTO AUTOPISTA RIO MAGDALENA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

**VERSION 2**

**Bogotá D.C., SEPTIEMBRE DE 2020**



**Autopista  
Río Magdalena**

MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 763 DE 2016 PARA LA INCLUSION DE LA FUENTE DE MATERIALES EL DIAMANTE PARA LAS UNIDADES FUNCIONALES 1 Y 2 DEL PROYECTO AUTOPISTA RIO MAGDALENA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

Código

Revisión

ARM-ML2-001

2

## RESUMEN EJECUTIVO

| CONTROL DEL DOCUMENTO |                     |                     |       |              |
|-----------------------|---------------------|---------------------|-------|--------------|
|                       | NOMBRES Y APELLIDOS | CARGO               | FIRMA | FECHA        |
| ELABORA               | MEDIO NATURAL S.A.S | Consultor Ambiental |       | Mayo de 2020 |
| REVISAR               |                     |                     |       |              |
| APRUEBA               |                     |                     |       |              |

| CONTROL DE CAMBIOS |                    |   |                                       |
|--------------------|--------------------|---|---------------------------------------|
| VERSIÓN            | FECHA              | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO                      | QUIEN SOLICITÓ                        |
| 0                  | Mayo de 2020       | Elaboración de documento                    |                                       |
| 1                  | Julio de 2020      | Ajuste de observaciones                     | Concesionaria Autopista Río Magdalena |
| 2                  | Septiembre de 2020 | Atención requerimientos Acta No. 36 de 2020 | ANLA                                  |

## TABLA DE CONTENIDO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | OBJETIVOS .....   | 6  |
| 1.1   | OBJETIVO GENERAL .....  | 6  |
| 1.2   | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 6  |
| 2     | GENERALIDADES.....  | 7  |
| 2.1.1 | Estructura del documento .....  | 10 |
| 2.1.2 | Limitaciones y restricciones del estudio .....                                    | 12 |
| 3     | Descripción del proyecto.....   | 13 |
| 3.1   | LOCALIZACIÓN .....  | 13 |
| 3.1.1 | Titulo minero o Autorización Temporal del área a explotar .....                   | 13 |
| 3.1.2 | Localización de la cantera .....  | 14 |
| 3.2   | CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....   | 17 |
| 3.2.1 | Clase de material a extraer y su destino .....                                    | 23 |
| 3.2.2 | Obras previas a la explotación .....  | 23 |
| 3.2.3 | Proceso de extracción .....   | 24 |
| 3.2.4 | Costo del proyecto .....  | 34 |
| 3.2.5 | Cronograma del proyecto .....   | 36 |
| 4     | AREA DE INFLUENCIA .....  | 38 |
| 4.1   | CONSIDERACIONES TÉCNICAS .....  | 38 |
| 4.2   | DEFINICIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....             | 39 |
| 4.2.1 | Metodología.....  | 39 |
| 4.2.2 | Definición del área de influencia para la presente modificación de Licencia ..... | 40 |
| 5     | CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....                                       | 45 |
| 5.1   | MEDIO ABIÓTICO .....  | 45 |
| 5.1.1 | Geología .....  | 45 |
| 5.1.2 | Geomorfología .....   | 47 |
| 5.1.3 | Paisaje .....   | 52 |
| 5.1.4 | Suelos y usos de la tierra.....   | 54 |
| 5.1.5 | Hidrología.....   | 64 |
| 5.1.6 | Calidad del agua .....  | 65 |
| 5.1.7 | Usos del agua .....   | 68 |
| 5.1.8 | Hidrogeología.....  | 69 |
| 5.1.9 | Geotecnia .....   | 72 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 5.1.10 | Atmósfera.....  | 73  |
| 5.2    | MEDIO BIÓTICO .....   | 78  |
| 5.2.1  | Ecosistemas Terrestres.....   | 78  |
| 5.2.2  | Ecosistemas acuáticos.....  | 88  |
| 5.2.3  | Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas.....                                   | 89  |
| 5.3    | MEDIO SOCIOECONÓMICO.....   | 89  |
| 5.4    | SERVICIOS ECOSISTÉMICOS .....   | 96  |
| 6      | ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....   | 100 |
| 7      | DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES .....                        | 101 |
| 7.1    | AGUAS SUPERFICIALES.....  | 101 |
| 7.2    | AGUAS SUBTERRÁNEAS .....  | 102 |
| 7.3    | VERTIMIENTOS.....   | 102 |
| 7.3.1  | Aguas residuales domésticas .....   | 102 |
| 7.3.2  | Aguas residuales industriales.....  | 102 |
| 7.4    | OCUPACIÓN DE CAUCE .....  | 102 |
| 7.5    | APROVECHAMIENTO FORESTAL .....  | 103 |
| 7.5.1  | Solicitud de adición de árboles para objeto de aprovechamiento en la presente modificación..... | 103 |
| 7.6    | RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD.....                      | 105 |
| 7.7    | EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....   | 105 |
| 7.7.1  | Modelación de emisiones atmosféricas.....   | 105 |
| 7.7.2  | Modelación de ruido .....   | 106 |
| 7.8    | LEVANTAMIENTO DE VEDA NACIONAL.....   | 106 |
| 8      | EVALUACIÓN AMBIENTAL .....  | 107 |
| 8.1    | Análisis de Tendencias del Escenario Sin Proyecto.....  | 107 |
| 8.1.1  | Análisis de Potencialización de Conflictos Ambientales Existentes .....                         | 112 |
| 8.2    | Análisis de Tendencias del Escenario Con Proyecto .....   | 114 |
| 8.2.1  | Análisis de Potencialización de Conflictos Ambientales Existentes .....                         | 119 |
| 9      | ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL .....  | 121 |
| 10     | EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL .....  | 124 |
| 10.1   | Desarrollo de la Evaluación Económica Ambiental .....   | 124 |
| 10.1.1 | Impactos Ambientales Significativos.....  | 125 |
| 10.1.2 | Impactos Internalizables por PMA .....  | 126 |
| 10.1.3 | Impactos No Internalizables (Residuales) .....  | 129 |



|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 10.1.4 | Cuantificación Biofísica de Cambios en los servicios ecosistémicos - SSEE ..... | 129 |
| 10.1.5 | Análisis de Internalización.....  | 132 |
| 10.1.6 | Análisis Costo Beneficio de Impactos Residuales (No Internalizables) .....      | 133 |
| 11     | PLANES Y PROGRAMAS .....  | 136 |
| 11.1   | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....  | 136 |
| 11.1.2 | Programas de Manejo Ambiental .....   | 142 |
| 11.1.3 | Plan de Seguimiento y Monitoreo .....   | 144 |
| 11.1.4 | Plan de gestión del riesgo .....  | 153 |
| 11.1.5 | Plan de desmantelamiento y abandono .....                                       | 160 |
| 11.2   | OTROS PLANES Y PROGRAMAS.....   | 162 |
| 11.2.1 | Plan de inversión del 1% .....  | 162 |
| 11.2.2 | Plan de compensación del componente biótico .....                               | 162 |
| 11.2.3 | Área impactada y área a compensar.....  | 162 |

## RESUMEN EJECUTIVO

### 1 OBJETIVOS

#### 1.1 OBJETIVO GENERAL

La presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental a la Resolución 0763 del 27 de julio de 2016 (modificada por la Resolución 2182 del 28 de noviembre de 2018), se encuentra encaminada a formular el complemento de las medidas ambientales requeridas para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales adicionales derivados de la inclusión de la nueva fuente de materiales El Diamante para las Unidades Funcionales 1 y 2 del proyecto Autopista Río Magdalena, en jurisdicción del Municipio de Yalí en el Departamento de Antioquia, conforme a lo establecido: (i) en los numerales 1, 3 y 4 del Artículo 2.2.2.3.7.1, (ii) en el Artículo 2.2.2.3.8.2 del Decreto 1076 de 2015 y (iii) en el Artículo 42 de la Ley 1682 de 2013.

De igual forma, se encuentra encaminado a dar atención a los requerimientos realizados por la ANLA mediante acta No. 36 del 12 de agosto de 2020.

#### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar los aspectos relevantes de la modificación de la Licencia Ambiental, incluyendo la justificación de la solicitud e identificación y descripción de la nueva fuente de materiales en las generalidades.
- Describir las características técnicas de la nueva fuente de material de construcción para las Unidades Funcionales 1 y 2 del proyecto Autopista Río Magdalena, con el objeto de obtener la modificación de Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución 0763 del 27 de julio de 2016 modificada por la Resolución 2182 del 28 de noviembre de 2018.
- Ajustar el área de influencia del proyecto con el objeto de incluir la nueva fuente de materiales de construcción para las Unidades Funcionales 1 y 2 del proyecto Autopista Río Magdalena.
- Complementar la caracterización del área de estudio para los medios abiótico, biótico y socioeconómico teniendo en cuenta la nueva fuente de materiales de construcción, con el fin de identificar las zonas de alta, media y baja sensibilidad ambiental.
- Establecer los recursos naturales que se verán afectados por la adecuación y explotación de la nueva fuente de materiales de construcción.
- Identificar cuantitativa y cualitativamente los impactos que se presentan en la actualidad y aquellos que se pueden presentar como consecuencia de la adecuación y explotación de la nueva fuente de materiales de construcción EL Diamante.
- Estimar las magnitudes económicas de los efectos socio-ambientales derivados por la adecuación y explotación de la nueva fuente de materiales de construcción El Diamante.
- Complementar la zonificación de manejo ambiental establecida en el numeral 1 del Artículo Sexto de la Resolución 0763 del 27 de julio 2016, modificada por el Artículo Décimo Quinto de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018, con el fin de identificar zonas de exclusión, intervención con restricciones y de intervención para la nueva fuente de materiales El Diamante objeto de la presente solicitud de modificación.
- Complementar los diferentes programas, proyectos y actividades de manejo aprobados mediante el Artículo Décimo Primero de la Resolución 0763 del 27 de julio 2016, modificada por el Artículo Décimo Sexto de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018, para cada uno de los impactos identificados por la inclusión de la nueva fuente de materiales El Diamante al proyecto, con el objetivo de prevenirlos, mitigarlos, corregirlos y/o compensarlos.

- Asegurar el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) mediante la complementación de los programas de seguimiento y monitoreo para los medios biótico, abiótico y socioeconómico aprobados mediante el Artículo Décimo Cuarto de la Resolución 0763 del 27 de julio 2016, modificada por el Artículo Décimo Octavo de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018 para la inclusión de la nueva fuente de materiales.
- Complementar el plan de gestión del riesgo aprobado para el proyecto mediante el Artículo Décimo Sexto de la Resolución 0763 del 27 de julio 2016, modificado por el Artículo vigésimo tercero de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018, por la inclusión de la nueva fuente de materiales.
- Complementar el plan de abandono y restauración final aprobado para el proyecto mediante el Artículo Décimo Octavo de la Resolución 0763 del 27 de julio 2016, modificado por el Artículo Vigésimo Quinto de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018, para la inclusión de la nueva fuente de materiales.
- Complementar el Plan de inversión del 1%, obligación interpuesta por la ANLA mediante Artículo Décimo Séptimo de la Resolución 0763 del 27 de julio de 2016 y modificado por el Artículo vigésimo cuarto de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018, en lo referente al ajuste de la inversión de conformidad con el ajuste realizado al proyecto para la inclusión de la nueva fuente de materiales.
- Presentar la propuesta del Plan de Compensación del Componente Biótico para las áreas adicionales requeridas para la inclusión de la nueva fuente de materiales, de conformidad con la normatividad vigente.

## 2 GENERALIDADES

El Programa de Cuarta Generación de Concesiones Viales (4G) es iniciativa del Gobierno Nacional a cargo del Ministerio de Transporte y la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI. El objetivo de este programa es promover la construcción de vías prioritarias que permitan mejorar y consolidar la red vial nacional, a través de la conectividad continua y eficiente entre los centros de producción y de consumo, con las principales zonas portuarias y de frontera del país (CONPES 3760 de 2013).

Para el desarrollo del Programa, la ANI conformó grupos de proyectos en función de las necesidades de conectividad identificadas en el país. Como parte del proyecto Autopistas para la Prosperidad, conformado por varias concesiones viales, se encuentra la Concesión Autopista al Río Magdalena 2 (ver **Figura 2-1**)

Esta concesión vial tiene el propósito de conectar el suroccidente y centro-occidente del país con el nordeste de Antioquia y el norte del país, a través de la conexión Puerto Berrio a Ruta del Sol, proyectado como uno de los corredores más importantes y estratégicos para el país.

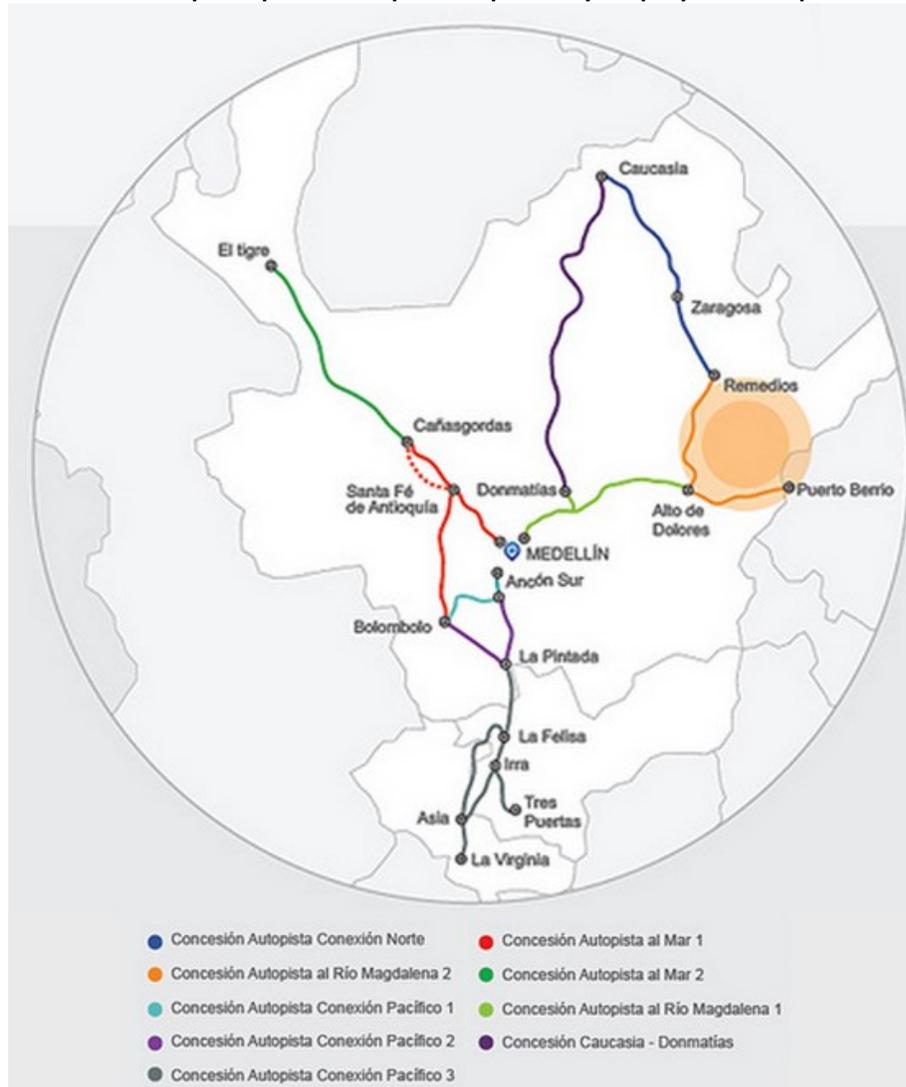
La Concesión Autopista al Río Magdalena 2 tiene una longitud total estimada de 155 kilómetros y recorre en su mayor parte por el departamento de Antioquia atravesando los municipios de Remedios, Vegachí, Yalí, Yolombó, Maceo, Puerto Berrio, y en menor parte por el municipio de Cimitarra en el departamento de Santander. La Concesión está conformada por 4 Unidades Funcionales (UF) y fue adjudicada mediante Contrato de Concesión Concesión bajo el Esquema de APP No. 008 del 10 de diciembre de 2014, para la realización de los estudios y diseño definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, construcción, mejoramiento, rehabilitación, operación, mantenimiento y reversión de la Concesión Autopista Río Magdalena, de uno de los tramos de las Autopistas para la Prosperidad desde Remedios hasta la Conexión con Ruta del Sol.

El proyecto “*Construcción de la vía Remedios – Alto de Dolores*” comprende la construcción de una nueva calzada sencilla entre las unidades funcionales UF1 y UF2 con una longitud total de 69,9 km, proyecto que actualmente está en construcción.

Mediante Resolución 0763 del 27 de julio de 2016, modificada por la Resolución 2182 del 28 de noviembre de 2018, la Autoridad Nacional de Licencia Ambientales-ANLA otorgó Licencia Ambiental a la sociedad Autopista Río Magdalena S.A.S. para la ejecución del proyecto vial “Construcción de las Unidades Funcionales UF1 y UF2 Vía Remedios- Alto de Dolores”, localizado en los municipios de Remedios, Maceo, Vegachí, Yalí y Yolombó del Departamento de Antioquia.

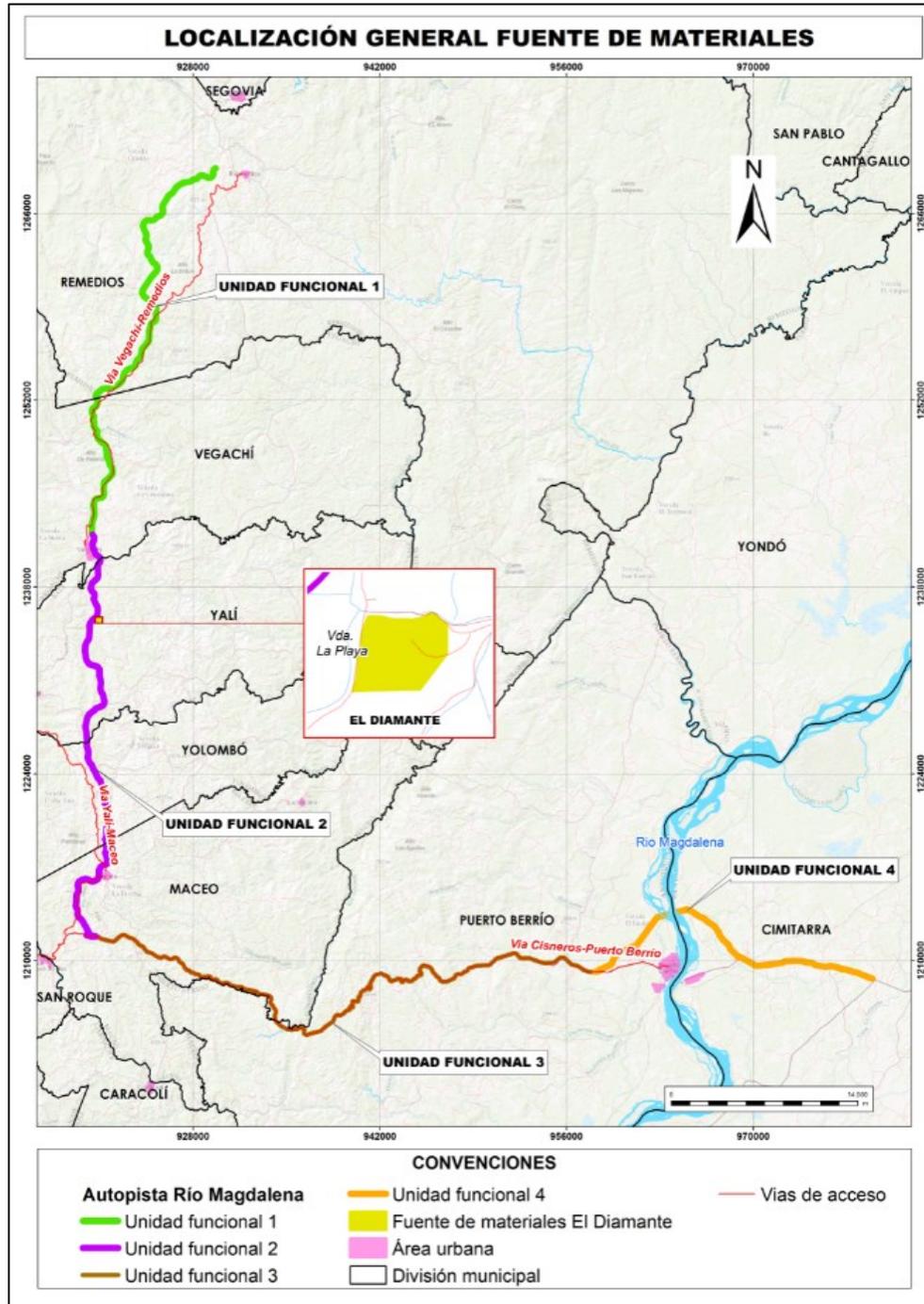
Con el objeto de proveer material para la construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las vías que hacen parte de la Concesión Autopista Río Magdalena 2 y específicamente para la construcción de las Unidades Funcionales 1 y 2, se proyecta la explotación de materiales de construcción de la Autorización Temporal con placa No. TI7-15561 denominada El Diamante, otorgada por la Gobernación de Antioquia a la Concesión mediante Resolución No. 2019060046351 del 09 de mayo de 2019, ubicada en el Municipio de Yalí en el Departamento de Antioquia (Ver **Figura 2-2**).

**Figura 2-1. Concesiones Autopistas para la Prosperidad que incluye el proyecto Autopista al Río Magdalena**



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura. 2015

Figura 2-2. Localización general Autorización Temporal KI7-15561 denominada El Diamante respecto al proyecto



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Conforme lo anterior, se contempla mediante la presente Solicitud de Modificación de Licencia Ambiental Resolución 0763 de 2016, la inclusión de la fuente de materiales el Diamante, para las Unidades Funcionales 1 y 2 del proyecto Autopista Río Magdalena, que se localiza en el municipio de Yalí en el Departamento de Antioquia,



conforme a lo establecido: (i) en los numerales 1, 3 y 4 del Artículo 2.2.2.3.7.1, (ii) en el Artículo 2.2.2.3.8.2 del Decreto 1076 de 2015 y (iii) en el Artículo 42 de la Ley 1682 de 2013.

En atención a los requerimientos No. 2 y 3 del Acta de información adicional No. 36 de 2020, fue necesario ajustar el área de explotación de la fuente de Materiales El Diamante (que pasó de 5,2 Ha a 4,93Ha) respetando la ronda de la Quebrada La Playa y por ende el área de intervención definida para la inclusión de la fuente de materiales (pasando de 6,32Ha a 6,06Ha). Por lo anterior a lo largo del capítulo se realizan los ajustes respectivos en las figuras y áreas anteriormente mencionadas.

### 2.1.1 Estructura del documento

Teniendo en cuenta las particularidades técnicas y de diseño de la fuente de materiales El Diamante, el presente documento de solicitud de modificación de Licencia Ambiental se desarrolla conforme los términos de referencia para la Inclusión de nuevas fuentes de materiales en proyectos de infraestructura de transporte (TDR-08), y los de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos, M-M-INA-02 versión No. 2, aprobados mediante Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 y la Metodología General para la elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (2010), expedidos por la Autoridad nacional de Licencias Ambientales y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.

El documento de solicitud de Modificación de Licencia Ambiental comprende entonces la presentación en el **Capítulo Primero** los objetivos del presente documento; en el **Capítulo Segundo** comprende las Generalidades dentro de las cuales están los Antecedentes, Alcances (Descripción del Contenido del documento y limitaciones y/o restricciones del documento) y Metodología de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental.

En el **Capítulo Tercero** se presenta la descripción y desarrollo como tal de la explotación de la fuente de materiales, en donde se detallan, dimensionan y ubican las diferentes actividades. En este Capítulo se incluye también la localización general del área a intervenir por la inclusión de la fuente de materiales.

El **Capítulo Cuarto** corresponde a la descripción de la delimitación de las áreas de influencia establecida para la inclusión de la fuente de materiales; espacio que se delimita y definen con base en una identificación previa de los probables impactos y riesgos que pudieran generarse durante el desarrollo de la etapa de explotación de la misma.

En el **Capítulo Quinto** se caracterizan las áreas de influencia con base en los medios Abiótico (aspectos: geológico, geomorfológico, geotécnico, suelos, paisajístico, hidrológico, hidrogeológico y atmosférico), Biótico (aspectos: Ecosistemas terrestres, florístico y faunístico, ecosistemas acuáticos, ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas) y Socioeconómico (aspectos: participación y socialización con las comunidades, demográfico, espacial, económico, cultural, político- organizativo). Asimismo, se presenta la descripción de los servicios ecosistémicos.

Producto de la caracterización ambiental del área de influencia, la legislación ambiental vigente y su posterior análisis con el que se determinan las potencialidades, fragilidades y sensibilidad ambiental del área en su condición sin proyecto, se propone en el **Capítulo Sexto** la Zonificación Ambiental del área de influencia, que es un insumo básico para el ordenamiento y planificación del área a ser intervenida por la inclusión de la fuente de materiales.



En cuanto a la Demanda de Recursos Naturales se presenta en el **Capítulo Séptimo**, que comprende: aguas superficiales, aguas subterráneas, vertimientos, ocupación de cauces, aprovechamiento forestal, emisiones atmosféricas y permiso de recolección. A lo largo del Capítulo se desarrolla la información pertinente en cuanto a la identificación de los proveedores de los diferentes recursos naturales requeridos por el proyecto, que cumplan con las exigencias en cuanto a calidad y cantidad demandadas, y en cuanto a cumplimiento de normatividad minera y ambiental. Comprende igualmente la descripción de las condiciones actuales de los recursos, de los mecanismos a implementar para su obtención, descripción de los sistemas de tratamientos sobre puntos de descarga, etc.

La Identificación y Evaluación Ambiental de Impactos se consigna en el **Capítulo Octavo**, primero el escenario Sin Proyecto, que equivale a la misma situación inicial y luego, el escenario Con Proyecto, para el cual se identifican los impactos de tipo abiótico, biótico y socioeconómico, para efectuar la respectiva evaluación, de acuerdo a la metodología previamente definida.

La Zonificación de Manejo Ambiental para las diferentes actividades del proyecto se plantea en el **Capítulo Noveno**.

En el **Capítulo Décimo** se presenta la Evaluación Económica Ambiental, donde a partir del análisis y cálculo de los indicadores de evaluación final, se concluye si el proyecto es o no viable desde el punto de vista del valor económico de los impactos socioambientales.

El **Capítulo Once** contiene los Planes y Programas del documento de solicitud de modificación de Licencia ambiental: en el capítulo 11.1 se presentan los programas de manejo que contiene las fichas con los diferentes programas que previenen, mitigan, corrigen y compensan los impactos negativos identificados en cada una de las etapas para la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, estructurando así el **Plan de Manejo Ambiental (numeral 11.1.1)** que es finalmente el elemento clave que garantiza el desarrollo del proyecto bajo los criterios y lineamientos enmarcados bajo el concepto de “sostenibilidad”, de la mano con el **Plan de Seguimiento y Monitoreo (numeral 11.1.2)**, estructurado para cada uno de los tres medios (abiótico, biótico y socioeconómico) ambientales.

Se propone el Plan de Gestión del Riesgo en el **Capítulo Once numeral 11.1.3**, elaborado a partir del análisis de riesgos asociados al proyecto, cuyo objeto es el de establecer preliminarmente medidas de prevención, instituciones participantes, características de los sistemas de comunicación y procedimientos de respuesta y seguimiento.

Posteriormente se presenta el numeral **11.2.1 el Plan de Abandono y Restauración Final**, en el que se desarrolla la propuesta de adaptación del uso final del suelo, así como las medidas de manejo y restablecimiento de la cobertura vegetal y reconfiguración paisajística. Posteriormente se presenta el numeral **11.2 Otros Planes y Programas**, el cual contempla el numeral **11.2.1** donde se presenta la propuesta técnico – económica para la inversión del 1%, de acuerdo con la normatividad vigente y en el numeral **11.2.2** se presenta el Plan de Compensación del Componente Biótico conforme lo establecido en el Manual para la Asignación de Compensaciones por pérdida de Biodiversidad expedido mediante Resolución 1517 de agosto de 2012 y modificado mediante Resolución 0256 del 22 de febrero de 2018.

Finalmente, en el **Capítulo decimosegundo** se presenta la bibliografía.



El documento finaliza con el glosario y anexos preparados de conformidad con el desarrollo del documento de solicitud de modificación de Licencia Ambiental y con las exigencias del MADS expuestas en la Metodología General para la Elaboración y presentación de Estudios Ambientales. Adicionalmente se presenta la Cartografía y GDB conforme lo establecido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales, modificada para el componente geográfico mediante la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016.

## **2.1.2 Limitaciones y restricciones del estudio**

### *2.1.2.1 Limitaciones*

En cuanto a limitaciones para el desarrollo del documento no se presentaron tales situaciones que ameriten una justificación en el presente ítem para los medios Abiótico y Biótico.

En el Medio socioeconómico la no existencia de una Junta de Acción Comunal y de una base comunitaria en la vereda La Playa hizo necesario construir una caracterización del territorio a partir de información fraccionada suministrada por los propietarios y residentes de las fincas, y por una funcionaria de la Alcaldía de Yalí que también contaba con información parcial. Por esta razón, la perspectiva histórica y cultural de la vereda no logra presentarse con el detalle requerido por los Términos de Referencia. Adicionalmente, las condiciones de orden público en la zona y la presencia de encargados en dos de los 4 predios (personal que no están autorizado para brindar información), limitaron la contundencia en algunas de las respuestas en las encuestas aplicadas a los hogares.

### *2.1.2.2 Restricciones*

En cuanto a restricciones para el desarrollo del documento no se presentaron tales situaciones que ameriten una justificación en el presente ítem para los medios Abiótico y Biótico.

Las impuestas por el Decreto 420 de 2020 y posteriores medidas emitidas por el Gobierno Nacional en materia de aislamiento preventivo obligatorio y sobre evitar los eventos que impliquen la aglomeración de personas. Estas disposiciones fueron adoptadas a nivel local por las autoridades municipales de Yalí y Vegachí. La falta de señal de telecomunicaciones en la vereda La Playa imposibilitó la realización de reuniones virtuales a través de plataformas o medios tecnológicos. Sin embargo, se adoptaron medidas alternas para la elaboración de la socialización resultados como se presenta en el Capítulo 5.3 Medio Socioeconómico.

### 3 Descripción del proyecto

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

##### 3.1.1 Título minero o Autorización Temporal del área a explotar

Mediante la Resolución No. 2019060046351 del 09 de mayo de 2019 la Gobernación de Antioquia otorgó a la Concesionaria Autopista Río Magdalena S.A.S. la Autorización Temporal con placa No. TI7-15561 para la explotación de materiales de construcción en el municipio de Yalí para la *“Realización de los Estudios y diseños definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, construcción, mejoramiento, rehabilitación operación, mantenimiento y reversión de la Concesión Autopista Río Magdalena 2, Autopista de la Prosperidad”*, con un volumen de 700.000 m<sup>3</sup> y tiene una duración de 5 años.

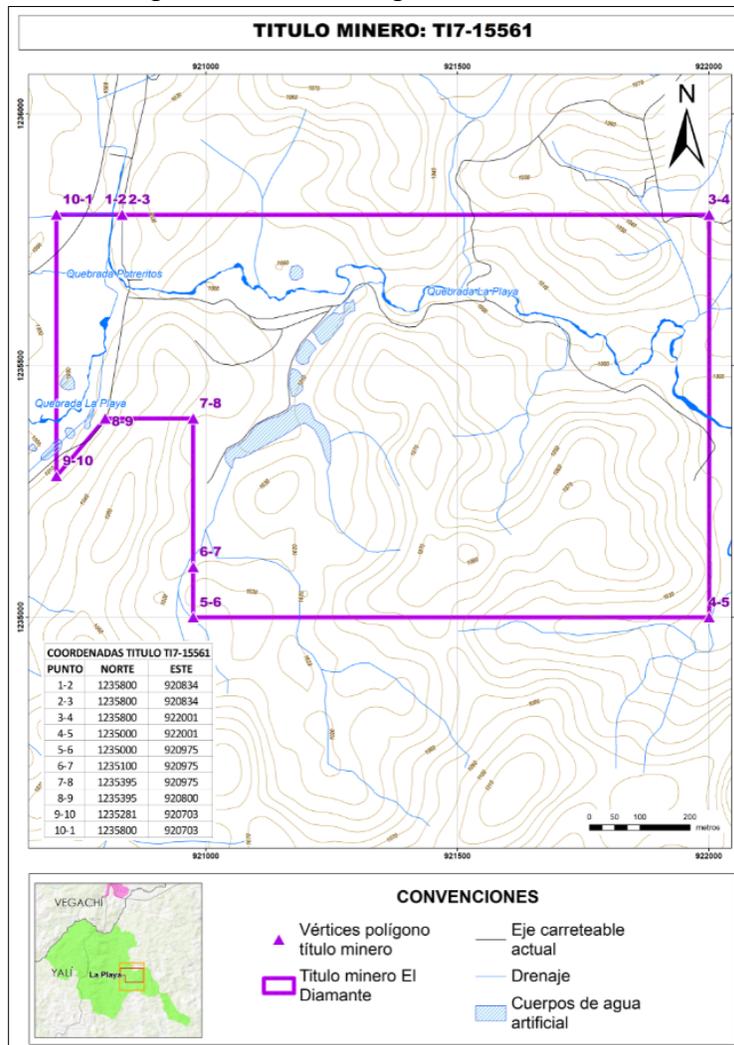
Asimismo, se otorgó un área de 93,57 hectáreas que cuenta con diez (10) vértices conforme se presenta a continuación en la **Tabla 3-1**.

**Tabla 3-1. Zona de alinderación Título Minero TI7-15561**

| PUNTO | NORTE       | ESTE       | RUMBO              | DISTANCIA (m) |
|-------|-------------|------------|--------------------|---------------|
| PA-1  | 1235800,000 | 920703,000 | N 90° 0'0,0" E     | 130,65        |
| 1-2   | 1235800,000 | 920833,654 | S 4° 48'16,25" W   | 0,47          |
| 2-3   | 1235799,536 | 920833,615 | N 89° 59' 57,87" E | 1167,04       |
| 3-4   | 1235799,548 | 922000,653 | S 0° 0' 2,06" W    | 799,55        |
| 4-5   | 1235000,000 | 922000,661 | N 90° 0'0,0" W     | 1025,66       |
| 5-6   | 1235000,000 | 920975,000 | N 0° 0'0,0" E      | 100           |
| 6-7   | 1235100,000 | 920975,000 | N 0° 0'0,0" E      | 295           |
| 7-8   | 1235100,000 | 920975,000 | N 90° 0'0,0" W     | 175           |
| 8-9   | 1235395,000 | 920800,000 | S 40° 16' 47,5" W  | 150,03        |
| 9-10  | 1235280,540 | 920703,000 | N 0° 0'0,0" E      | 519,46        |
| 10-1  | 1235800,000 | 920703,000 | N 90° 0'0,0" E     | 130,65        |

Fuente: Gobernación de Antioquia. Artículo Primero Resolución No. 2018060233766 del 27 de julio de 2018.

**Figura 3-1. Localización general título minero**



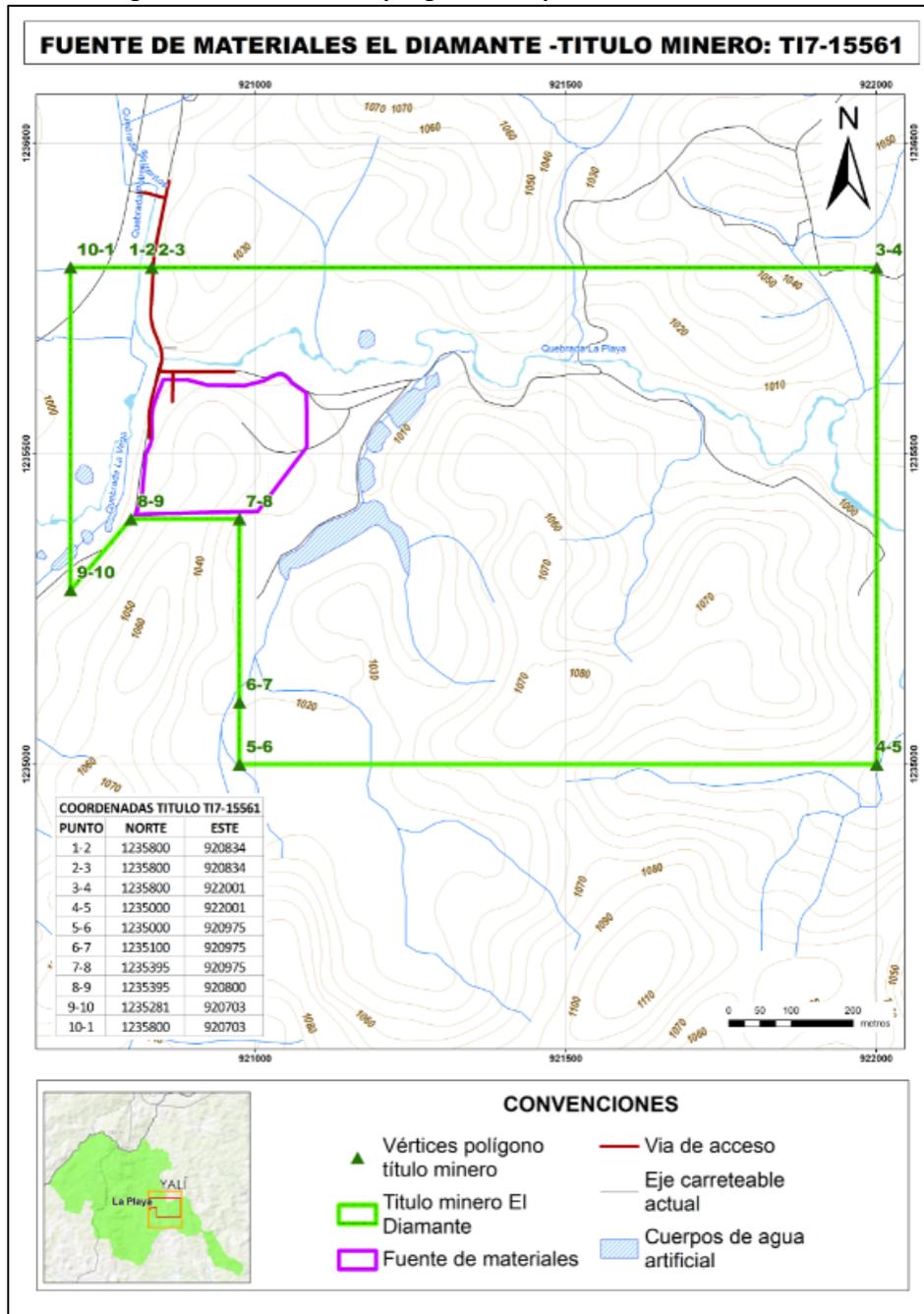
Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 3.1.2 Localización de la cantera

La Autorización Temporal TI7-15561 denominada El Diamante se ubica en las veredas El Zancudo y la Playa del Municipio de Yalí, Departamento de Antioquia, en las coordenadas presentadas en la **Tabla 3-2** y como se observa en la **Figura 3-3**.

En el área de 93,57Ha que componen la totalidad de este Título Minero, se identificó un (1) área de factible explotación denominada El Diamante de 4,93 Ha como se observa en la **Figura 3-2**.

Figura 3-2. Ubicación del polígono de explotación vs. Título Minero



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

El polígono de explotación se ubica en la Vereda La Playa del Municipio de Vegachí, Departamento de Antioquia y se ubica en las coordenadas que se describen en la **Tabla 3-2** y como se observa en la **Figura 3-3**.



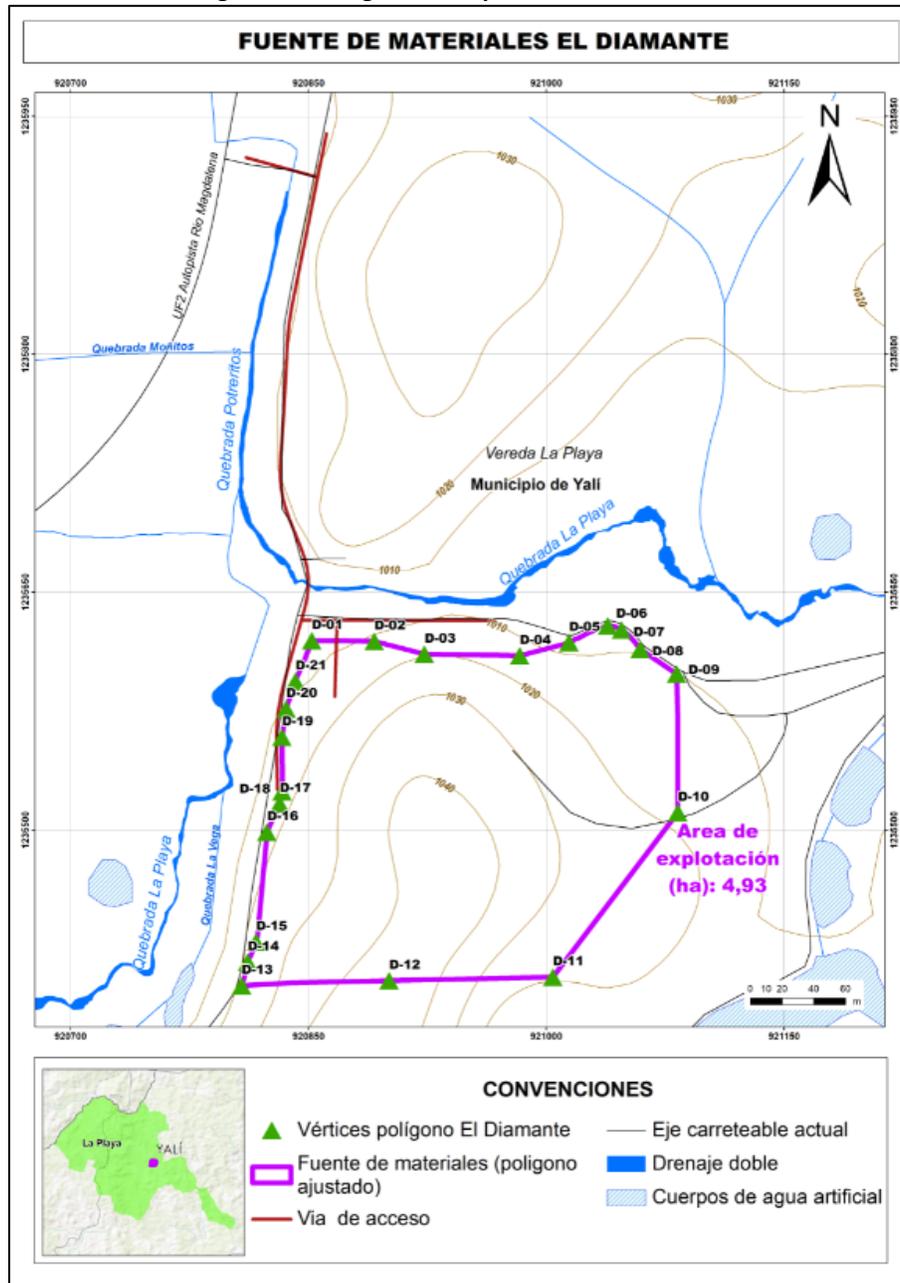
**Tabla 3-2. Georreferenciación del polígono de explotación El Diamante**

| No   | COORDENADAS |            |
|------|-------------|------------|
|      | ESTE        | NORTE      |
| D-01 | 920852,19   | 1235619,47 |
| D-02 | 920891,56   | 1235619,05 |
| D-03 | 920923,20   | 1235610,90 |
| D-04 | 920983,29   | 1235609,86 |
| D-05 | 921014,41   | 1235618,18 |
| D-06 | 921038,80   | 1235628,74 |
| D-07 | 921047,58   | 1235626,08 |
| D-08 | 921059,40   | 1235613,98 |
| D-09 | 921082,22   | 1235598,40 |
| D-10 | 921083,00   | 1235511,00 |
| D-11 | 921004,18   | 1235407,23 |
| D-12 | 920901,00   | 1235405,00 |
| D-13 | 920807,94   | 1235401,88 |
| D-14 | 920811,71   | 1235416,67 |
| D-15 | 920817,04   | 1235429,48 |
| D-16 | 920823,91   | 1235498,73 |
| D-17 | 920831,91   | 1235516,54 |
| D-18 | 920833,53   | 1235524,18 |
| D-19 | 920833,39   | 1235558,55 |
| D-20 | 920835,93   | 1235576,32 |
| D-21 | 920841,76   | 1235593,74 |

Nota: coordenadas en Sistema Magna – Sirgas con origen Bogotá

**Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.**

Figura 3-3. Polígono de explotación El Diamante



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El presente Capítulo contiene la información técnica requerida para la inclusión de la nueva fuente de materiales El Diamante en el proyecto proyecto vial “Construcción de las Unidades Funcionales UF1 y UF2 Vía Remedios-Alto de Dolores”, localizado en los municipios de Remedios, Maceo, Vegachí, Yalí y Yolombó del Municipio de Antioquia, la cual corresponde a la explotación de materiales de construcción de cantera.

En atención al requerimiento No. 2 “Ajustar el área de intervención del proyecto de manera que guarde coherencia con los criterios y áreas establecidas en la Zonificación Ambiental y en la Zonificación de Manejo Ambiental, específicamente en lo relacionado con la Ronda de la Quebrada La Playa” del Acta de reunión de información adicional No. 36 de 2020, fue necesario ajustar el polígono de explotación respetando la ronda hídrica de la Quebrada La Playa; en este sentido el área de explotación pasó de 5,2 Ha a 4,93 Ha.

Es preciso aclarar que, a pesar de la reducción del área en 0,3 Ha, fue necesario el ajuste del diseño minero y en este sentido el nivel patio fue ampliado por lo que el volumen de explotación se mantuvo igual; es decir en 567.662,38 m<sup>3</sup>.

De manera general, la presente solicitud de modificación de licencia considera los siguientes aspectos:

- (i) Explotación de 567.662,38m<sup>3</sup> del polígono de explotación denominada El Diamante en un área de 4,93 Ha.

**Tabla 3-3. Aspectos técnicos generales para la presente solicitud de modificación de licencia- Fuente de materiales El Diamante**

| Fuente de material | Municipio | No de áreas de explotación proyectadas | Título Minero (Autorización Temporal) | Acto Administrativo                         | Duración del título minero (años) | Volumen otorgado en el Título Minero (m <sup>3</sup> / 5 años) | Área otorgada (Ha) | Polígono de explotación (Ha) | Volumen de explotación (m <sup>3</sup> ) |
|--------------------|-----------|--|---------------------------------------|---|-----------------------------------|--|--------------------|------------------------------|--|
| El Diamante        | Yalí      | 1                                      | T17-15561                             | Resolución No. 2019060046351 del 09/05/2019 | 5                                 | 700.000  | 93,57              | 4,93                         | 567.662,38                               |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

El material extraído del Diamante será empleado para terraplén en la construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las vías que hacen parte de la Concesión Autopista Río Magdalena 2, especialmente para las Unidades Funcionales 1 y 2, por lo cual no se contempla la instalación de plantas de beneficio para este material.

- (ii) Mejoramiento de la vía existente de acceso a la Cantera El Diamante, que corresponde a la vía terciaria que de Vegachí conduce a la Vereda La Playa, en una longitud total de 637,27m:
- Eje 1 entre el K00+000 al K00+421,124 con una longitud de 421,12m.
  - Eje 2 entre el K00+000 al K00+046,811 con una longitud de 46,81m.
  - Eje 3 entre el K00+000 al K00+121,144 con una longitud de 121,14m.
  - Eje 4 entre el K00+000 al K00+048,186 con una longitud de 48,19m

**Tabla 3-4. Aspectos técnicos generales para la presente solicitud de modificación de licencia- Mejoramiento de vías existentes**

| NO. EJE | DISEÑO DE VÍA | Nomenclatura de vía existente              | ABSCISAS |             | LONGITUD (m) | LONGITUD TOTAL (m) |
|---------|---------------|--|----------|-------------|--------------|--------------------|
|         |               |  | INICIO   | FIN         |              |                    |
| Eje 1   | Principal     | 1. Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa | K00+000  | K00+421,124 | 421,12       | 637,27             |

| NO. EJE | DISEÑO DE VÍA                                       | Nomenclatura de vía existente  | ABSCISAS |             | LONGITUD (m) | LONGITUD TOTAL (m) |
|---------|---|--|----------|-------------|--------------|--------------------|
|         |   |  | INICIO   | FIN         |              |                    |
| Eje 2   | Acceso a explanación vía Unidades Funcionales 1 y 2 | 1-2. Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa -Acceso a explanación de vía Unidades Funcionales 1 y 2 | K00+000  | K00+046,811 | 46,81        |                    |
| Eje 3   | Acceso a La Playa (borde norte de la cantera)       | 1-4. Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa – acceso al Diamante y Vereda La Playa                  | K00+000  | K0+121,144  | 121,14       |                    |
| Eje 4   | Acceso de ingreso a El Diamante                     | 1-4-1. Acceso al Diamante y Vereda La Playa - Cantera el Diamante                                    | K00+000  | K0+048,186  | 48,19        |                    |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

(iii) Reemplazo de dos alcantarillas existentes en la vía de acceso:

- a. Eje 1: K00+130 Box Culvert de 4mx 3m con una longitud de 12m sobre la Quebrada La Playa
- b. Eje 2: K00+017 Box Culvert de 2mx2m con una longitud de 16m sobre la Quebrada Potreritos

**Tabla 3-5. Características generales de las obras hidráulicas proyectadas**

| No Eje | Abscisa de referencia | Obra        | Longitud (m) | Alto (m) | Ancho (m) | Cuerpo de agua      |
|--------|-----------------------|-------------|--------------|----------|-----------|---------------------|
| Eje 1  | K00+130               | Box Culvert | 12           | 3        | 4         | Quebrada La Playa   |
| Eje 2  | K00+017               | Box Culvert | 16           | 2        | 2         | Quebrada Potreritos |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

Es de aclarar que el área donde se ubica el polígono de explotación de El Diamante comprende un área que ha sido intervenida de manera ilegal para explotación de materiales como se observa en la Fotografía 3-1.

**Fotografía 3-1. Registro fotográfico de las condiciones actuales del polígono de explotación**





Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

Para el desarrollo de las actividades del proyecto, es necesario realizar el despeje de las áreas de intervención que incluyen no sólo el polígono de explotación y su franja de seguridad o contingente de 10m alrededor del polígono, sino las líneas de chaflán de corte y terraplén del mejoramiento de las vías de acceso, que incluye la tala de árboles y el descapote, como se muestra en la Tabla 3-6.

Tabla 3-6. Remoción de descapote

| ÍTEM                    | VOLUMEN (m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------|---------------------------|
| Vía de acceso           | 190,71                    |
| Polígono de explotación | 2.319,55                  |
| <b>Total</b>            | <b>2.510,26</b>           |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

Este material de descapote será acopiado y empleado posteriormente en la fase de abandono de la Cantera.

Para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante se intervendrán un total de 166 individuos arbóreos con un volumen total de 20,51 m<sup>3</sup> y un volumen comercial de 11,72 m<sup>3</sup>.

#### ✚ Estimación de recursos

La evaluación cuantitativa del depósito es un factor muy importante en el diseño de un método de explotación, ya que nos brinda la oportunidad de calcular la duración del proyecto de explotación y las posibles utilidades económicas de acuerdo con la oferta y demanda del producto final. El estudio pretende determinar los m<sup>3</sup> de material útil para la construcción de la vía ya sea base o subbase y los metros cúbicos de material estéril si se llega a considerar, de esta manera se puede determinar la relación de descapote, la isóbata límite de explotación y la relación de descapote límite.

El cálculo de recursos se realizó mediante la generación de sólidos a partir de dos superficies el cual consiste en la obtención de un bloque de la fase de desarrollo y un bloque de la fase de explotación. El cálculo se efectúa por medio de un algoritmo geométrico que efectúa el software calculando el volumen del sólido generado, de esta manera se obtiene el resultado en m<sup>3</sup> de las fases del proyecto. Las reservas totales que tenemos como resultado son explotables ya que este resultado es el producto del diseño de la explotación.

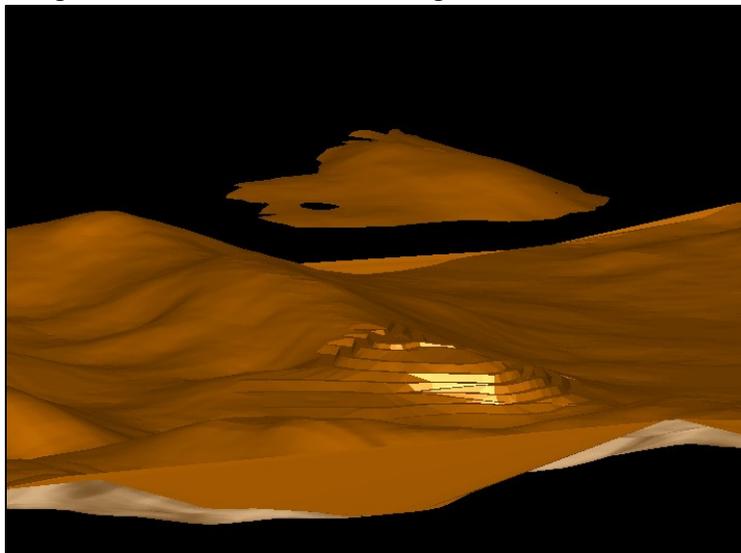


Para determinar los volúmenes de material explotable y el material removido en la fase del desarrollo y preparación de la mina se usó el software especializado Surpac geovia, inicialmente con la topografía obtenida en campo se perfilaron algunas curvas y se generó un modelo digital de elevación (DEM) con curvas cada metro, se introducen los parámetros geomecánicos del material a explotar y las condiciones de explotación, que para este caso se van a realizar de manera mecánica con retro excavadora y volqueta. A partir de allí el software mediante algoritmos geométricos diseña la mina en dos fases una de desarrollo y otra de explotación.

La fase de desarrollo consiste en realizar todas las adecuaciones necesarias para darle paso a la fase de explotación, como es un proyecto de minería a cielo abierto, se requiere de remover la cobertura vegetal y algunos materiales sobrantes o estériles que no van a ser de utilidad para su uso en la obra, pero que, si van a servir para adecuar las vías internas, locaciones y patios de acopio, durante la fase de explotación.

A continuación, se muestra una imagen generada en el software Surpac geovia del diseño de la cantera una vez se retire el material que hace parte de la cobertura vegetal y algunos materiales considerados como estériles de acuerdo con la relación de descapote.

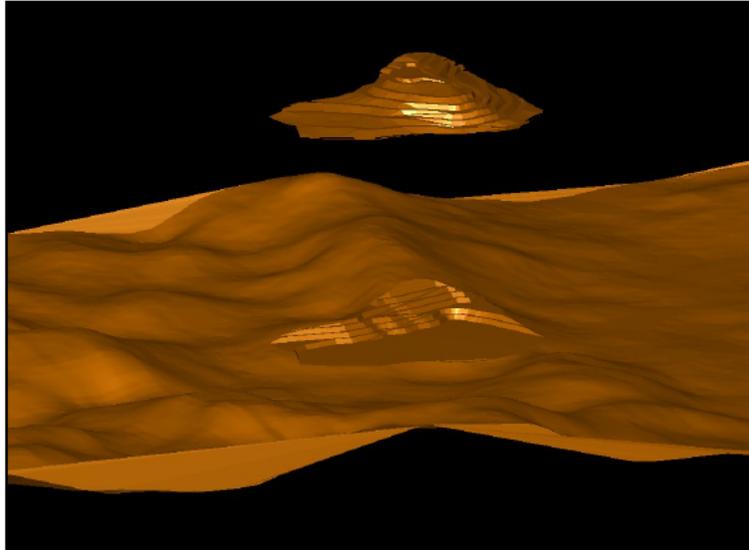
**Figura 3-4. Modelo de la cantera luego de la fase de desarrollo**



Fuente: Generado mediante Surpac geovia para Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

De acuerdo con el diseño del software se generaron 5 niveles, más el nivel patio en la fase de desarrollo con sus vías internas, para atacar el depósito de arriba hacia abajo, el volumen de material extraído durante esta fase fue de  $77.318,65\text{m}^3$  de los cuales de acuerdo con la relación de descapote y cobertura de materia vegetal en el área de la cantera el Diamante la cual se consideró en el 3%. Es decir  $2.319,55\text{m}^3$  se consideran capa de cobertura vegetal, así las cosas, tendríamos  $74.999,09\text{m}^3$  de material aprovechable en la fase de desarrollo, ya que no se considera ningún material como estéril por qué todo el material será usado en la obra. El material de cobertura vegetal se dispondrá y mantendrá de manera adecuada para su posterior utilización en la fase de cierre y abandono.

Figura 3-5. Modelo de la cantera luego de la fase de explotación.



Fuente: Generado mediante Surpac geovia para Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

En la fase de explotación se realiza la labor extractiva del mineral de interés, para el caso de la cantera el Diamante corresponde a esquistos sericítico, esta fase se desarrollará en forma descendente de la cota de mayor altura hasta llegar al nivel patio, así se aprovecharán al máximo los recursos explotables y el impacto paisajístico será menor.

Con ayuda del software surpac geovia se diseñaron 5 niveles de explotación más el nivel patio donde se calcularon 592.839m<sup>3</sup> de recursos minables explotables, a continuación, se muestra el reporte del software y los volúmenes a explotar por cada nivel.

Para ser conservadores en el cálculo de los recursos se deben considerar las pérdidas generadas por el diseño, las labores pre-minado y minado, además de las limitantes externas que se presenten en los límites del área de la licencia de temporal de explotación, por esta razón se asumen los recursos medidos en un 85%, considerando el nivel de recuperación que se obtenga a partir del método de explotación implementado. A partir de estas consideraciones tenemos:

Tabla 3-7. Tabla de cálculo total de recursos.

| Recursos calculados en la fase de desarrollo en m <sup>3</sup> . | Recursos calculados en la fase de explotación en m <sup>3</sup> . | Total Recursos en m <sup>3</sup> . |
|--|---|------------------------------------|
| 74.999,09  | 592.839   | 667.838,09                         |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Al total de recursos le sacamos la relación del 85% de recursos explotables tenemos:

$$667.838,09\text{m}^3 * 85\% \text{ de recuperación} = 567.662,38 \text{ m}^3 \text{ explotables}$$

Tendríamos:

- Total de Recursos explotables: 567.662,38m<sup>3</sup>.
- Producción promedio por día: 420m<sup>3</sup>/día, con dos retroexcavadoras y seis volquetas en turno de 8 horas.

- Días hábiles de trabajo por año: 288 días/año.

### 3.2.1 Clase de material a extraer y su destino

El material extraído del Diamante será empleado para terraplén en la construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las vías que hacen parte de la Concesión Autopista Río Magdalena 2, especialmente para las Unidades Funcionales 1 y 2.

### 3.2.2 Obras previas a la explotación

Para el desarrollo de la cantera El Diamante no se requiere de montajes de infraestructura complejos, los montajes a realizar son sencillos y consisten básicamente en la instalación y adecuación de la zona de explotación, el sitio provisional para acumulación de material de descapote, una zona de patios de acopio.

Para las actividades y obras previas se contempla un tiempo de 3 meses.

#### 3.2.2.1 Vías existentes

El área del permiso temporal cuenta con una aceptable infraestructura vial, para su acceso se cuenta con una vía de 3,1 km desde la vía principal Yalí – Vegachí, con una distancia de 1,5 km aproximadamente desde el eje del proyecto. Esta vía presenta buenas condiciones, aunque en algunos sectores requiere de un mantenimiento y acondicionamiento mediante extendido de recebo y construcción cunetas de desagüe, que minimicen los riesgos especialmente en época de lluvia. Las actividades mineras se integrarían al plan de mantenimiento de las vías ya existentes.

#### 3.2.2.2 Adecuación de accesos y área de explotación

En las actividades de adecuación del área de extracción de material se incluye: la señalización de la vía de acceso, la demarcación de las zonas de explotación, la definición de los tramos de circulación de volquetas y sitios de espera para el cargue. La señalización de la vía incluye, dirección de flujo, actividades prohibidas, velocidades de circulación, sitios de parqueo y demás señales requeridas.

Para la demarcación de los sitios de explotación, se utilizará cal, banderolas y estacas, que permitan la diferenciación clara del área que se está trabajando.

Es necesario tener en cuenta la adecuación de obras hidráulicas existentes sobre la vía o la construcción de estructuras hidráulicas en las intersecciones con cuerpos de agua, tales como alcantarillas o box couvert.

#### 3.2.2.3 Descapote.

La vegetación directa existente en el área del proyecto de explotación se reduce a pastos, rastrojos y algunas especies arbóreas, para la adecuación de los frentes de explotación la cobertura vegetal será removida mediante retroexcavadoras y buldócer, teniendo en cuenta que los espesores no superan los 15 cm en promedio. Este material será transportado a un área de depósito temporal, para luego ser ubicada en las zonas explotadas a fin de recuperar su capacidad de crecimiento y de integración al entorno. Los relictos boscosos existentes en el área no serán afectados por la explotación, igualmente la vegetación (arbórea y arbustiva) existentes en las márgenes



de los drenajes que recorren la zona se conservarán y se dejarán a libre crecimiento, de la tal manera que pueda integrarse al mismo proyecto, por ser este un factor de protección y regulación ambiental.

### 3.2.3 Proceso de extracción

Para seleccionar el método de explotación más acorde al yacimiento es necesario conocer la disposición del yacimiento como también la relación entre el material a explotar y el estéril a remover. Otro factor de gran incidencia en la elección es la forma del yacimiento, ya que a partir de este se define el método de explotación y el diseño de esta.

Para clasificar el yacimiento desde el punto de vista de la explotación hay que tener en cuenta los siguientes parámetros.

**Forma.** Por ser un depósito isométrico se encuentra uniformemente distribuido por toda la extensión del área de trabajo.

**Proximidad a la superficie.** El depósito superficial se encuentra aflorando, y su capa vegetal es mínima, lo cual facilita las labores de descapote.

**Inclinación del terreno y del yacimiento.** Como es un depósito de baja prominencia y la zona es casi llana no presenta inclinación.

**Espesor.** El espesor del depósito es de aproximadamente 60m.

De acuerdo con las características mencionadas anteriormente y teniendo en cuenta las condiciones topográficas, geológicas, geomorfológicas y los volúmenes de material a extraer se define que el tipo de explotación es superficial. Para la elección del método de explotación en la cantera se tienen las siguientes alternativas.

- Banco único
- Bancos múltiples
- Bancos escalonados descendentes
- Bancos escalonados ascendentes

Una vez analizadas las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas de explotación y cotejadas con la disponibilidad económica y operativa con la que se cuenta, se determina que el método más apropiado, es la explotación por bancos escalonados en sentido descendente, por ser una metodología técnica, que aporta un buen control para la estabilidad de los taludes, menor impacto paisajístico y facilidad en su restauración, se convierte en un elemento integrador con la morfología del área de trabajo, creando las condiciones adecuadas para un diseño de explotación seguro y de fácil acceso.

#### 3.2.3.1 Diseño de terrazas.

Para el diseño de los bancos es importante tener en cuenta parámetros importantes como: geología, ubicación del yacimiento, topografía, mano de obra, equipos, método de explotación, producción, taludes, altura de bancos, maquinaria, acceso y características físicas y mecánicas del yacimiento.

Al momento de proyectar una mina a cielo abierto se deben tener en cuenta cuatro grupos de parámetros:

- **Geométricos:** Que están en función de la estructura y morfología del yacimiento, pendiente del terreno, límite de la propiedad, etc.
- **Geotécnicos:** Depende de los ángulos máximos de estabilidad de los taludes, definidos para los niveles en que se divide el yacimiento
- **Operativos:** Dimensiones necesarias para que la maquinaria empleada trabaje en condiciones adecuadas de eficiencia y seguridad: alturas de banco, anchuras de bermas y pistas, anchuras de fondo, etc.
- **Medioambientales:** Aquellos que permiten la ocultación a la vista de la cantera, faciliten la restauración de los terrenos o la reducción de ciertos impactos ambientales.

Determinado el método de explotación se procede con la etapa de diseño, la cual inicia con la identificación de los parámetros geométricos de la explotación, los cuales se nombran en la **Tabla 3-8**.

**Tabla 3-8. Parámetros geométricos asociados al diseño**

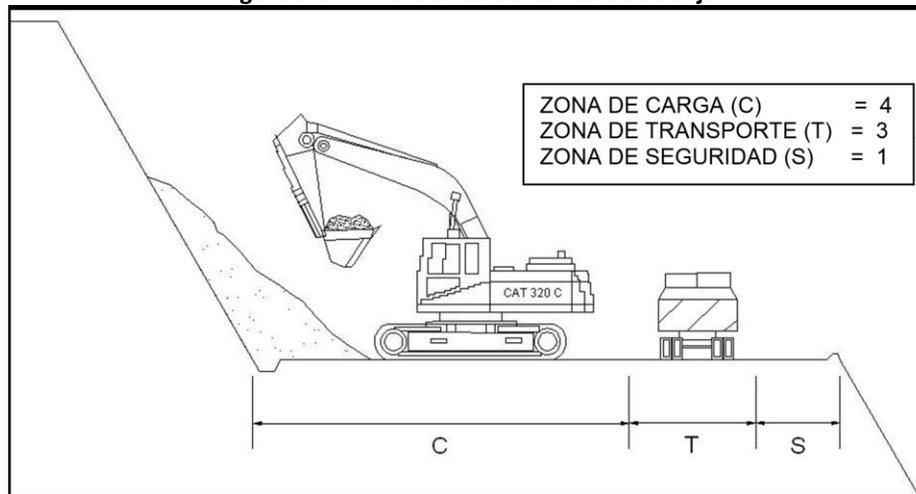
| <b>Parámetro</b>        | <b>Descripción</b>                              |
|-------------------------|---|
| Rumbo aprox yacimiento  | N/A   |
| Buzamiento yacimiento   | N/A   |
| Espesor del yacimiento  | Depósito de recebo con 60m aprox de espesor     |
| Proximidad a superficie | Aflora en superficie capa vegetal de 1.5m aprox |
| Pendiente del terreno   | Moderada hacia el NW – Entre 20 y 25 %          |
| Producción requerida    | 42 m <sup>3</sup> /día – Aproximadamente        |
| Límites de la concesión | Polígono regular–Área superficial 5 Ha.         |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Los términos que identifican las dimensiones geométricas que conforman la estructura de cualquier mina a cielo abierto, y cuya determinación es el objetivo del presente capítulo, son los siguientes:

- **Altura del banco (H).** Se establece una altura para los bancos de 5 metros, dimensión que permiten definir un número adecuado de niveles de explotación, aportando condiciones favorables para las operaciones mineras, la seguridad, impacto paisajístico y manejo ambiental.
- **Ancho del banco(A).** El ancho para los bancos de trabajo será de 8 m, dimensión que brinda un alto rango de seguridad y maniobrabilidad a la maquinaria, permitiendo realizar operaciones simultáneas. El ancho de banco para el diseño final será de 5 m.
- **Ángulo de talud.** Parámetro primordial para el diseño de la explotación, depende de la altura del banco, para este diseño se determina un ángulo de talud de 60°, basado en los análisis de estabilidad de taludes y los posibles deslizamientos por fallas.

**Figura 3-6. Dimensiones del banco de trabajo**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

- **Talud de trabajo.** Depende de las dimensiones de los bancos y la inclinación del talud, este ángulo influye en la pendiente de las vías de accesos al nivel superior, en este caso el ángulo de trabajo es de 60°.
- **Ancho de berma (W)<sup>1</sup>:** Según el criterio de Ritchie (1963), modificadas por Evans y Call (1992):

$$W = 0.2 H + 2.0, \text{ para } H \leq 9.0 \text{ m} \quad (4)$$

$$W = 0.2 H + 4.5, \text{ para } H > 9.0 \text{ m}$$

H = altura de banco (m)

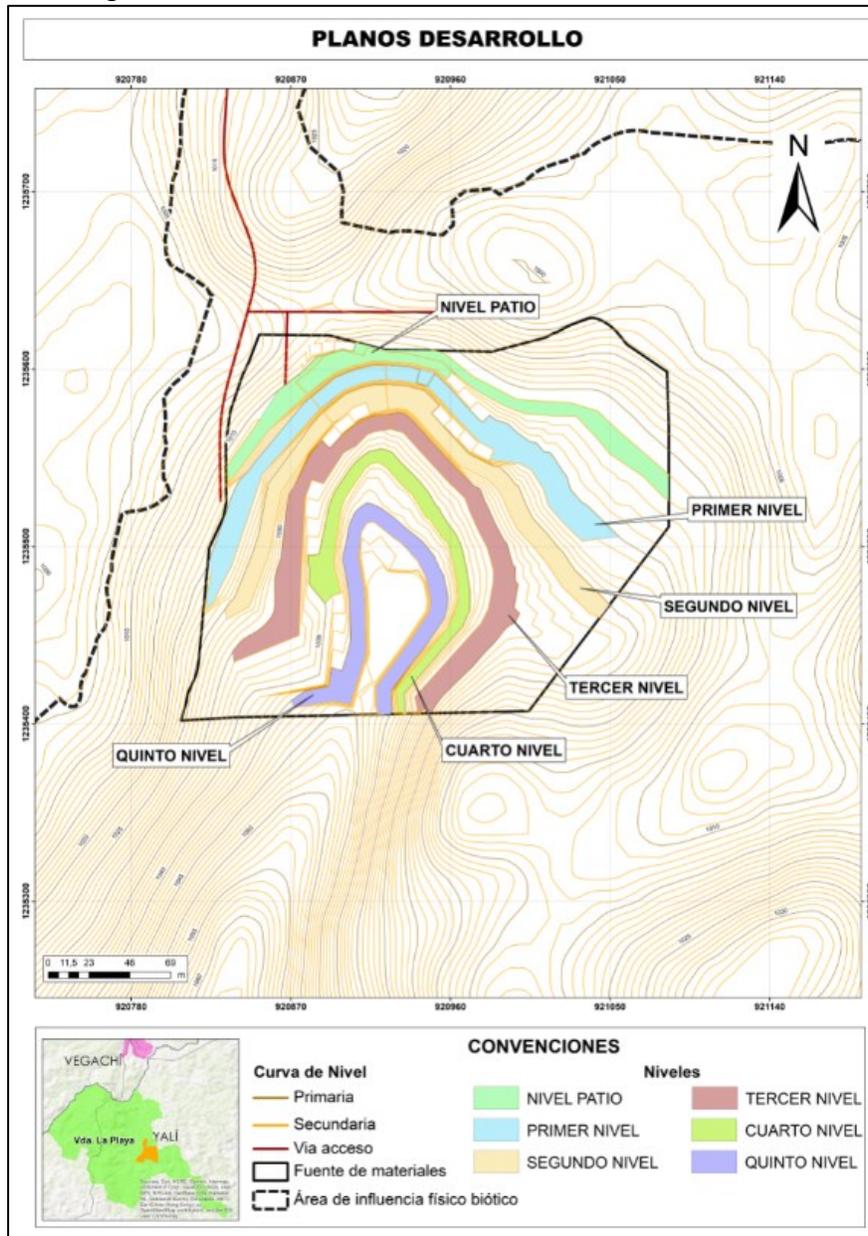
Para una altura de 5m, el ancho de la berma será mínimo de 3.4 m, sin embargo, para este proyecto se establecen bermas de 8 m, con el fin de mejorar la estabilidad y favorecer las condiciones de restauración final.

- **Angulo del talud final:** Es el ángulo establecido por los límites vertical y horizontal de los bancos, manteniendo unas condiciones muy aceptables de seguridad, se define un ángulo final de 35°; de igual manera se fundamenta en el análisis de estabilidad de los taludes.

Los factores de diseño anteriormente presentados serán implementados para los frentes de explotación, en la siguiente grafica se ilustra el plano de diseño de desarrollo de la mina en el cual se tuvieron en cuenta las anteriores consideraciones.

<sup>1</sup> LÓPEZ JIMENO G. Manual de evaluación y Diseño de explotaciones mineras. Pág. 277

Figura 3-7. Plano de la fase de desarrollo de la mina el Diamante.



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

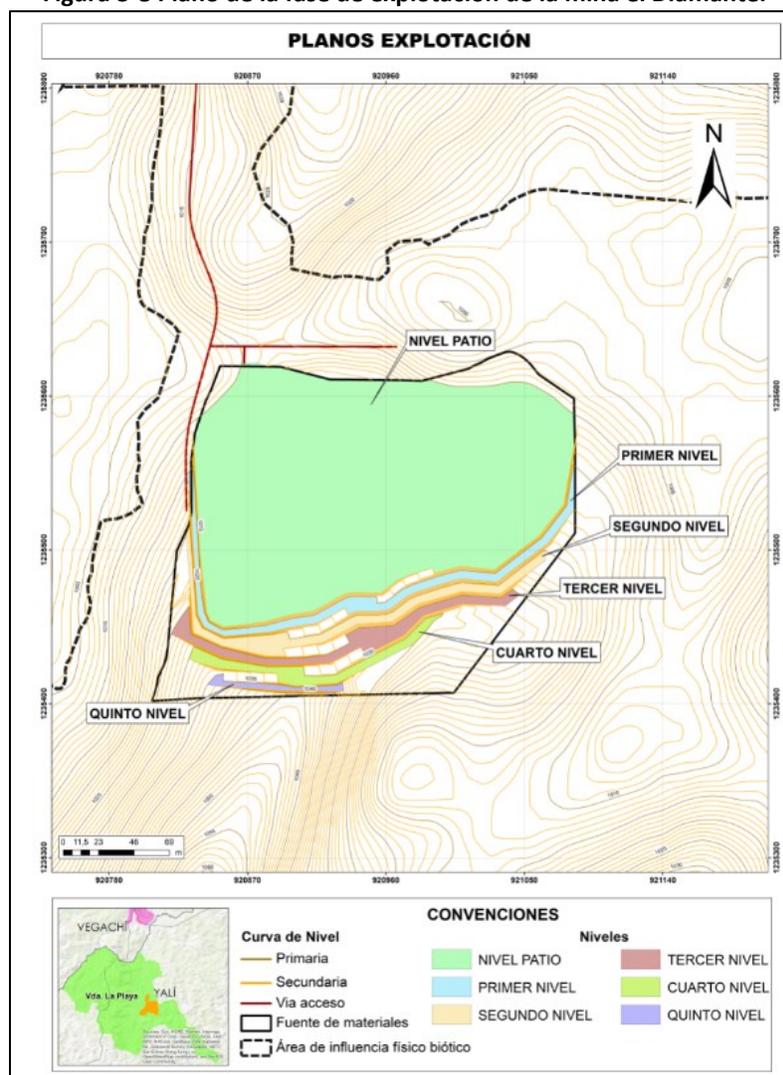
### 3.2.3.2 Explotación

Esta explotación se llevará a cabo por medio de arranque mecánico con retroexcavadora 320 Caterpillar o su equivalente en otras marcas de equipos de arranque. El transporte interno se realizará con volquetas doble troques de capacidad de 14m<sup>3</sup>. Paralelo a las operaciones de adecuación del patio de mina, se realiza la construcción de las vías de desarrollo que simultáneamente irán desprendiendo la capa vegetal y dando paso a las vías que garantizarán la movilidad al interior de la mina y que serán construidas sobre el mineral.

Los niveles de explotación se comunican por medio de rampas con pendiente de 1:5, proporcionando una inclinación de 9º, ángulo que favorece el tráfico vehicular. Las bermas tendrán una pendiente positiva trasversal hacia la pata del talud por el orden del 2%, y del 1% en el eje longitudinal a dos aguas, partiendo del centro del diseño final, hacia las rampas de acceso, permitiendo conducir las aguas lluvias hacia los extremos finales de las bermas.

El equipo utilizado tanto para la remoción de capa vegetal como para el arranque del material será una Excavadora CAT 320 C, con capacidad de cucharón de 0.8 m<sup>3</sup>, este equipo es muy versátil para este tipo de operaciones. Para el cargue se emplea el mismo equipo, ya que este posee un cucharón de 0.8 m<sup>3</sup> y con una elevación máxima de cargue de 6.93m, ideal para el cargue de las volquetas de 14m<sup>3</sup>. El transporte es discontinuo y se realiza con volquetas sencilla de 14m<sup>3</sup>, que se cargaran en el frente de explotación hacia el patio de la mina. La maquinaria utilizada es la típica de cualquier explotación a cielo abierto siendo este sistema el de mayor uso en este tipo de minería por su economía, flexibilidad y versatilidad.

**Figura 3-8 Plano de la fase de explotación de la mina el Diamante.**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 3.2.3.3 Vías existentes

Conforme a lo establecido en el numeral 3.2.1.1 *Infraestructura vial* del subnumeral 3.2.1 *Infraestructura existente* del Capítulo 3. Descripción del proyecto del Estudio de Impacto Ambiental que originó la Resolución 763 del 27 de julio de 2016, modificado mediante Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018, tomando como referencia, el numeral 1.2 denominado CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS, del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del 2008 (INVIAS, 2008), adoptado como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional, mediante la Resolución número 0744 de 2009, el cual establece la clasificación de las carreteras según su funcionalidad y según el tipo de terreno, a continuación, se presenta la actualización de la descripción general de la infraestructura vial existente en el área para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante.

Para realizar la clasificación y descripción de cada una de las vías identificadas en el área de influencia de la fuente de materiales o Cantera El Diamante se tomó como metodología, la clasificación de vías según su competencia y funcionalidad de acuerdo con lo establecido por el INVÍAS. Asimismo, se tuvo en cuenta la clasificación del IGAC<sup>2</sup>. En la Tabla 3-9 se presenta la clasificación de vías según su funcionalidad.

**Tabla 3-9. Clasificación de vías según su funcionalidad y tipo-INVIAS e IGAC.**

| CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIONALIDAD |              | DESCRIPCIÓN   |
|--------------------------------------|--------------|---|
| PRIMARIA                             | VÍA TIPO I   | Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto.<br>Las carreteras consideradas como Primarias deben funcionar pavimentadas y tener un ancho entre 5 a 8 m para calzadas bidireccionales y mayor a 8m para doble calzadas. |
| SECUNDARIA                           | VÍA TIPO II  | Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado. Presentan un ancho de 5 a 8 metros.  |
| TERCIARIAS                           | VÍA TIPO III | Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Tipo III pueden ser en afirmado o estar pavimentadas y presentan anchos entre 3 y 5m.  |
|                                      | VÍA TIPO IV  | Son aquellas vías de acceso que unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Tipo IV deben funcionar en afirmado.  |
| PRIVADAS                             | VÍA TIPO V   | Son aquellas vías que unen corregimientos municipales con fincas o unen fincas entre sí. Se ven representadas por los caminos de herradura o las huellas dejadas por el tránsito de vehículos y está a nivel rasante sin mejorar. Asimismo, puede contemplar vías que son solo transitables en tiempo seco.   |
|                                      | VÍA TIPO VI  | Son caminos por los que se puede transitar a pío o en bestias.  |
|                                      | VÍA TIPO VII | Senderos de solo circulación de personas, observándose la huella.   |

Fuente: Elaborado por Medio Natural S.A.S. con información del INVIAS e IGAC. 2020.

<sup>2</sup> [http://geoservice.igac.gov.co/contenidos\\_telecentro/cartografia\\_basica/cursos/sem\\_1/uni1/index.php?id=47](http://geoservice.igac.gov.co/contenidos_telecentro/cartografia_basica/cursos/sem_1/uni1/index.php?id=47)

Asimismo, las carreteras se clasifican según su topografía, conforme se describe en la **Tabla 3-10** De acuerdo con los tipos de terreno establecidos a continuación (INVIAS 2008) el terreno encontrado en la Fuente de Materiales o Cantera El Diamante corresponde a ondulado.

**Tabla 3-10. Clasificación de vías según topografía**

| <b>CATEGORÍAS</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>   |
|-------------------|--|
| Terreno plano     | <p>Tiene pendientes transversales al eje de la vía menores de cinco grados (5°). Exige el mínimo movimiento de tierras durante la construcción por lo que no presenta dificultad ni en su trazado ni en su explanación. Sus pendientes longitudinales son normalmente menores de tres por ciento (3%).</p> <p>Este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos.</p>  |
| Terreno ondulado  | <p>Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre seis y trece grados (6° - 13°). Requiere moderado movimiento de tierras durante la construcción, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre tres y seis por ciento (3% - 6%).</p> <p>Este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos livianos, sin que esto los lleve a operar a velocidades sostenidas en rampa por tiempo prolongado.</p>  |
| Terreno montañoso | <p>Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre trece y cuarenta grados (13° - 40°). Generalmente requiere grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre seis y ocho por ciento (6% - 8%).</p> <p>Conceptualmente, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a velocidades sostenidas en rampa durante distancias considerables y en oportunidades frecuentes.</p>  |
| Terreno escarpado | <p>Tiene pendientes transversales al eje de la vía generalmente superiores a cuarenta grados (40°). Exigen el máximo movimiento de tierras durante la construcción, lo que acarrea grandes dificultades en el trazado y en la explanación, puesto que generalmente los alineamientos se encuentran definidos por divisorias de aguas. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores a ocho por ciento (8%).</p> <p>Conceptualmente, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que en aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas y en oportunidades frecuentes.</p> |

**Fuente: Elaborado por Medio Natural S.A.S. con información del INVIAS e IGAC. 2020.**

**Tabla 3-11. Inventario de vías en el área de influencia para la inclusión de la Fuente de Materiales El Diamante**

| ID  | Origen - Destino   | Coordenadas |            | Clasificación de vías | Ancho Promedio (m) | Margen de Ubicación   | Descripción de la vía o Acceso   | Fotografía  |
|-----|--|-------------|------------|-----------------------|--------------------|---|--|---|
|     |  | Este        | Norte      |                       |                    |   |  |   |
| 1   | Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa  | 920881,94   | 1236578,64 | III                   | 4,5                | El sentido de la vía es paralelo al proyecto norte-sur en referencia general. | Vía de acceso a la Vereda La Playa, El Zancudo, La Senadora. Se encuentra en afirmado su estado es regular.                      |    |
| 1-1 | Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa - Acceso a predio privado                                | 920885,96   | 1236073,57 | V                     | 1                  | Izquierdo   | Acceso a predio privado, potreros de ganadería.  |    |
| 1-2 | Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa - Acceso a explanación de vía Unidades Funcionales 1 y 2 | 920850,67   | 1235908,94 | V                     | 6                  | Derecho   | Acceso desde la vía hacia la explanación de la vía de las Unidades Funcionales 1 y 2 de Autopista Río Magdalena en construcción. |   |
| 1-3 | Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa - Acceso a predio privado                                | 920850,54   | 1235670,38 | VI                    | 2                  | Izquierdo   | Acceso peatonal a predio privado potreros ganaderos.   |  |

| ID    | Origen - Destino   | Coordenadas |            | Clasificación de vías | Ancho Promedio (m) | Margen de Ubicación | Descripción de la vía o Acceso  | Fotografía  |
|-------|--|-------------|------------|-----------------------|--------------------|---------------------|---|---|
|       |  | Este        | Norte      |                       |                    |                     |   |   |
| 1-4   | Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa – acceso al Diamante y Vereda La Playa | 920850,12   | 1235629,50 | IV                    | 4                  | Izquierdo           | Acceso a predio El Diamante, este acceso bordea el polígono proyectado para la explotación. |    |
| 1-4-1 | Acceso al Diamante y Vereda La Playa - Cantera el Diamante                     | 921101,68   | 1235584,16 | V                     | 3                  | Derecho             | Acceso a la parte alta de la explotación informal en El Diamante.                           |    |
| 1-4-2 | Acceso al Diamante y Vereda La Playa - cultivo de peces.                       | 921247,04   | 1235624,60 | V                     | 3                  | Derecho             | Este acceso conecta la vía del predio con la cabaña de guarda y el cultivo de peces         |   |
| 1-5   | Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa - Hacienda Manzanares                  | 920533,24   | 1235137,41 | IV                    | 5                  | Derecho             | Acceso en afirmado buen estado, conecta con la Hacienda Manzanares.                         |  |

Fuente: Elaborado por Medio Natural S.A.S. con información del INVIAS e IGAC. 2020.

En la **Tabla 3-11**, se presenta una descripción de las vías presentes en la zona del proyecto para la inclusión de la fuente de materiales o Cantera El Diamante, el tipo, topografía y estado.

#### ✚ Uso de Vías

Para la movilidad de equipos, maquinaria y vehículos durante la etapa de explotación, se parte de la presencia de la vía que de Vegachí conduce a la Vereda La Playa (vía 1). Esta vía será empleada en una longitud de 421,12 m para acceder al polígono de explotación y será objeto de mejoramiento, como se describe en el ítem a continuación.

Adicional a lo anterior, se emplearán las vías que se presentan en la **Tabla 3-12**, las cuales son objeto de mejoramiento como se describe en el ítem a continuación.

**Tabla 3-12. Vías a emplear para acceder a la cantera El Diamante según la clasificación de vías existentes**

| ID    | Origen - Destino  | Clasificación de vías | Longitud de vía a emplear (m) | Nomenclatura de diseño |
|-------|---|-----------------------|-------------------------------|------------------------|
| 1     | Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa   | III                   | 421,12                        | Eje 1                  |
| 1-2   | Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa -Acceso a explanación de vía Unidades Funcionales 1 y 2 | V                     | 46,81                         | Eje 2                  |
| 1-4   | Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa – acceso al Diamante y Vereda La Playa                  | IV                    | 121,14                        | Eje 3                  |
| 1-4-1 | Acceso al Diamante y Vereda La Playa - Cantera el Diamante                                      | V                     | 84,0                          | Eje 4                  |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Fotografía 3-2. Vías objeto de mejoramiento y adecuación para acceder a EL Diamante**



a. Eje 1. Vía Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa



b. Eje 2. Acceso a explanación de vía Unidades Funcionales 1 y 2



c. Eje 3. Vegachí a Veredas San Rafael y La Playa – acceso al Diamante y Vereda La Playa



d. Eje 4. Acceso a El Diamante



e. Vista General vías de acceso desde El Diamante

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 3.2.4 Costo del proyecto

El costo de adecuación de las vías de acceso corresponde al que se relaciona en la Tabla 3-13.

Tabla 3-13. Costo de adecuación de vías de acceso

| CONCEPTO                                | VALOR (\$)         |
|---|--------------------|
| Explanaciones                           | 97.277.414,57      |
| Subbases y bases granulares             | 112.001.387,56     |
| Estructuras hidráulicas y drenajes      | 240.312.260,48     |
| Estabilización de taludes y terraplenes | 21.188.421,00      |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>470.779.484</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

El costo de las inversiones a realizar para la explotación de la Cantera El Diamante se presenta en la Tabla 3-14.

**Tabla 3-14. Costo de inversión para la explotación de la Cantera El Diamante**

| CONCEPTO            | VALOR (\$)           |
|---------------------|----------------------|
| Infraestructura     | 25.000.000           |
| Maquinaria y equipo | 2.100.000.000        |
| Imprevistos         | 420.000.000          |
| <b>TOTAL</b>        | <b>2.545.000,000</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

El costo total de la modificación corresponde al que se presenta en la Tabla 3-15.

**Tabla 3-15. Costo de la Modificación para la explotación de la Cantera El Diamante**

| CONCEPTO   | VALOR (\$)           |
|--|----------------------|
| Adecuación Vías de acceso                            | 470.779.484          |
| Costos de inversión explotación Fuente de Materiales | 2.545.000.000        |
| <b>TOTAL</b>   | <b>3.015.779.484</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

El costo de explotación de la Cantera El Diamante a 5 años corresponde al que se presenta en la Tabla 3-16.

**Tabla 3-16. Costos de explotación de la Cantera El Diamante**

| CONCEPTO               | AÑO 1                  |                 | AÑO 2                  |                 | AÑO 3                   |                 | AÑO 4                   |                 | AÑO 5                  |                  |
|------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|------------------------|------------------|
|                        | \$ Año                 | \$ Ton          | \$ Año                 | \$ Ton          | \$ Año                  | \$ Ton          | \$ Año                  | \$ Ton          | \$ Año                 | \$ Ton           |
| Costo mano obra        | \$ 454,921,912         | \$ 1,419        | \$ 473,118,789         | \$ 1,476        | \$ 492,043,540          | \$ 1,535        | \$ 511,725,282          | \$ 1,596        | \$ 532,194,293         | \$ 2,846         |
| Cost. Mat.Sum.         | \$1,283,828,950        |                 | \$1,267,206,758        |                 | \$ 1,276,169,725        |                 | \$1,284,961,424         |                 | \$1,294,538,329        |                  |
| Imprevistos            | \$ 111,637,300         | \$ 348          | \$ 110,191,892         | \$ 344          | \$ 110,971,280          | \$ 346          | \$ 111,735,776          | \$ 349          | \$ 112,568,550         | \$ 602           |
| Cost. Manejo ambiental | \$ 5,794,200           | \$ 18           | \$ 5,794,200           | \$ 18           | \$ 5,794,200            | \$ 18           | \$ 5,794,200            | \$ 18           | \$ 5,794,200           | \$ 31            |
| Regalías               | \$ 29,975,993          | \$ 94           | \$ 29,975,993          | \$ 94           | \$ 29,975,993           | \$ 94           | \$ 29,975,993           | \$ 94           | \$ 17,485,996          | \$ 94            |
| <b>TOTAL</b>           | <b>\$1,738,750,862</b> | <b>\$ 5,424</b> | <b>\$2,988,756,552</b> | <b>\$ 9,324</b> | <b>\$ 3,025,237,543</b> | <b>\$ 8,883</b> | <b>\$ 3,062,200,435</b> | <b>\$ 8,976</b> | <b>\$3,088,966,873</b> | <b>\$ 16,520</b> |
| <b>PRODUCCIÓN</b>      | <b>320,544</b>         |                 | <b>320,544</b>         |                 | <b>320,544</b>          |                 | <b>320,544</b>          |                 | <b>186,984</b>         |                  |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 3.2.5 Cronograma del proyecto

El tiempo de explotación de la Cantera El Diamante corresponde a un tiempo de 4,86 años ≈ 5 años.

En la Tabla 3-17 se presenta el cronograma general de la explotación de la fuente de materiales con cada una de sus fases.

Tabla 3-17. Cronograma de la explotación de la fuente de materiales El Diamante

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES CANTERA EL DIAMANTE

| FASE                                  | ACTIVIDAD                                       | 1 Año                                   |             |             |             | 2 Año       |             |             |             | 3 Año       |             |             |             | 4 Año       |             |             |             | 5 Año       |             |             |             |  |
|---------------------------------------|---|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
|                                       |   | 1 Trimestre                             | 2 Trimestre | 3 Trimestre | 4 Trimestre | 1 Trimestre | 2 Trimestre | 3 Trimestre | 4 Trimestre | 1 Trimestre | 2 Trimestre | 3 Trimestre | 4 Trimestre | 1 Trimestre | 2 Trimestre | 3 Trimestre | 4 Trimestre | 1 Trimestre | 2 Trimestre | 3 Trimestre | 4 Trimestre |  |
| PRECONSTRUCCIÓN                       | Acuerdos prediales                              |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Contratación de mano de obra                    |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
| CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE                | Desmonte, limpieza y descapote                  |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Instalación de Locaciones temporales            |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Adecuación de vías de acceso                    |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Movilización de maquinaria, equipos y vehículos |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Adecuación de vías internas                     |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
| DESARROLLO Y PREPARACIÓN              | Arranque  | Adecuación de Patio                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       |   | Inicio fase de desarrollo Niveles 1 y 2 |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       |   | Desarrollo Niveles 3 y 4                |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       |   | Desarrollo Nivel 5                      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       |   | Explotación Nivel 5                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       |   | Explotación Nivel 4 y 3                 |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       |   | Explotación Nivel 2 y 1                 |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Explotación Nivel Patio                         |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Cargue  |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Transporte                                      |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Acopio temporal de material                     |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Generación de material estéril                  |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Disposición de material estéril                 |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
| Construcción de obras hidráulicas (*) |   |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
| CIERRE Y ABANDONO                     | Desmonte de maquinaria y equipos                |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Reconformación Morfológica y Paisajística       |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |
|                                       | Empradización y reforestación                   |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |

Nota: (\*) Esta actividad incluye no solo la construcción de obras hidráulicas para la vía de acceso a la Cantera, sino además las obras de manejo hidráulico de la cantera y de sus terrazas.

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### 4 AREA DE INFLUENCIA

Una vez analizadas las características del proyecto es necesario establecer el área de influencia que tendrá el proyecto y conocer las características de los Medios bióticos, abióticos y socioeconómicos y de cada uno de sus componentes

De acuerdo con los Términos de Referencia establecidos por la ANLA TDR-08 para la inclusión de Fuentes de materiales es necesario identificar si se requiere de la redelimitación del área de influencia del proyecto de infraestructura establecida en el EIA, de manera que se incorpore la nueva zona a intervenir, con base en una identificación de los impactos que puedan generarse durante las diferentes etapas del proyecto, se define el área de influencia para la presente solicitud de modificación de licencia.

Para el proyecto de interés han sido definidas las áreas para los medios Abiótico-biótico y para el medio socioeconómico, como se describe enseguida.

##### 4.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Mediante la Resolución No. 2019060046351 del 09 de mayo de 2019 la Gobernación de Antioquia otorgó a la Concesionaria Autopista Río Magdalena S.A.S. la Autorización Temporal con placa No. T17-15561 para la explotación de materiales de construcción en el municipio de Yalí para la *“Realización de los Estudios y diseños definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, construcción, mejoramiento, rehabilitación operación, mantenimiento y reversión de la Concesión Autopista Río Magdalena 2, Autopista de la Prosperidad”*, con un volumen de 700.000 m<sup>3</sup> y tiene una duración de 5 años.

En el área de 93,57Ha que componen la totalidad de este Título Minero, se identificó un (1) área de factible explotación denominada El Diamante de 4,93 Ha.

En este sentido, con el objeto de incluir la fuente de material de construcción de El Diamante al proyecto, las actividades que contempla la inclusión de la Cantera corresponden a:

(iv) Explotación de 567.662,38 m<sup>3</sup> del polígono de explotación denominada El Diamante en un área de 4,93 Ha.

(v) Mejoramiento de la vía existente de acceso a la Cantera El Diamante, que corresponde a la vía terciaria que de Vegachí conduce a la Vereda La Playa, en una longitud total de 637,27m:

- a. Eje 1 entre el K00+000 al K00+421,124 con una longitud de 421,12m.
- b. Eje 2 entre el K00+000 al K00+046,811 con una longitud de 46,81m.
- c. Eje 3 entre el K00+000 al K00+121,144 con una longitud de 121,14m.
- d. Eje 4 entre el K00+000 al K00+048,186 con una longitud de 48,19m

(vi) Reemplazo de dos alcantarillas existentes en la vía de acceso:

- a. Eje 1: K00+130 Box Culvert de 4mx 3m con una longitud de 12m sobre la Quebrada La Playa
- b. Eje 2: K00+017 Box Culvert de 2mx2m con una longitud de 16m sobre la Quebrada Potreritos

(vii) Desde el punto de vista biótico las coberturas vegetales en al área de intervención y aledañas a la misma.

|  |   |                 |
|--|---|-----------------|
|  <b>Autopista<br/>Río Magdalena</b> | <b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 763 DE 2016 PARA LA INCLUSIÓN DE LA FUENTE DE MATERIALES EL DIAMANTE PARA LAS UNIDADES FUNCIONALES 1 Y 2 DEL PROYECTO AUTOPISTA RIO MAGDALENA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA</b> |                 |
|  | <b>Código</b>   | <b>Revisión</b> |
|  | <b>ARM-ML2-001</b>  | <b>2</b>        |

(viii) Desde el punto de vista socioeconómico las unidades territoriales asociadas a la localización del proyecto.

## **4.2 DEFINICIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

### **4.2.1 Metodología**

Para la definición, identificación y delimitación de las áreas de influencia debe tenerse en cuenta los impactos ambientales generados por las actividades del proyecto, que se manifiestan en cada uno de los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico y cada uno de sus componentes.

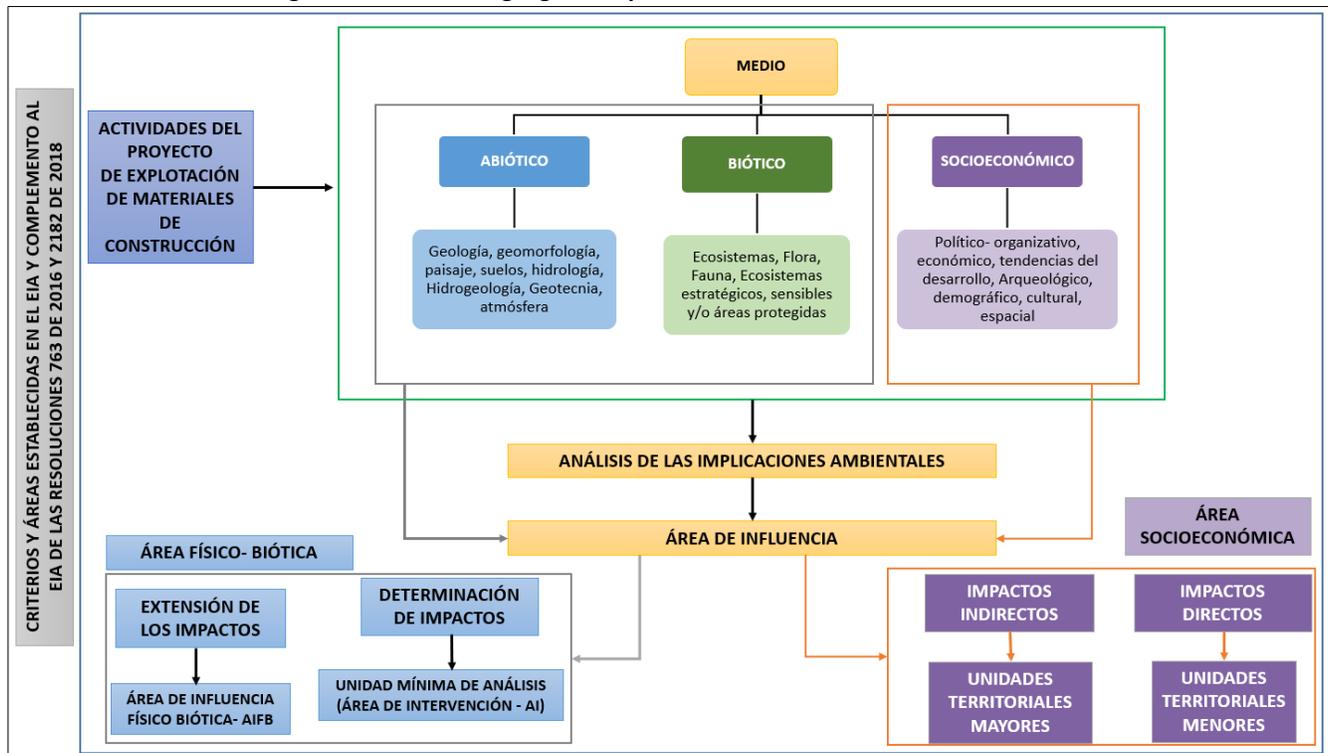
En este sentido se define el área de influencia la cual puede estar delimitada por cada componente, grupo de componentes o medio, cuyos resultados pueden verse reflejados en uno o varios polígonos.

El área de influencia (por componente, grupo de componentes o medio) deberá estar determinada en función de unidades de análisis tales como cuencas hidrográficas, ecosistemas, unidades territoriales y las que se consideren pertinentes conforme el desarrollo del complemento al Estudio de Impacto Ambiental.

En este sentido, cada área de influencia por componente, grupo de componentes o medio, debe tener una unidad mínima de análisis.

De acuerdo a lo anterior, para la definición, identificación y delimitación de las áreas de influencia se tuvieron en cuenta los criterios establecidos en el Estudio de Impacto Ambiental que originó la Resolución 763 de 2016 y su complemento que originó la Resolución 2182 de 2018 y los impactos ambientales significativos ocasionados por la explotación de materiales en El Diamante, en cada uno de los medios biótico, abiótico y socioeconómico siguiendo lo establecido en la **Figura 4-1**.

Figura 4-1. Metodología general para la definición del área de influencia



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### 4.2.2 Definición del área de influencia para la presente modificación de Licencia

Teniendo en cuenta que la manifestación de los impactos ambientales varía en los diferentes componentes y en las diferentes actividades del proyecto, para el presente documento de solicitud de modificación de licencia ambiental para la inclusión de la Fuente de materiales El Diamante se establecieron dos áreas de influencia: (i) una que involucra el medio abiótico y el medio biótico y (ii) otra para el medio socioeconómico.

A partir de lo anterior, a continuación, se presenta el análisis de la definición de cada área de influencia.

##### 4.2.2.1 Área de Influencia Físico- Biótica

Conforme el análisis presentado en el numeral anterior, para los medios abiótico y biótico se estableció el área de influencia a partir de la identificación de los impactos que serán generados por las actividades del proyecto descritas en el numeral 3 del presente capítulo.

Conforme lo descrito anteriormente, la extensión de los impactos y los impactos indirectos permiten establecer el área de influencia (AIFB) en los medios abiótico y biótico, delimitado principalmente por el componente hidrológico (cuerpos de agua naturales y artificiales, divisoria de aguas), suelos (uso actual), aire y flora (coberturas vegetales).



Los impactos directos permiten establecer la **unidad mínima de análisis (UMA)**, correspondiente al espacio en el que se desarrollan las actividades propias del proyecto y se realiza el aprovechamiento de recursos naturales que corresponde al “área de intervención o AI”.

#### **✚ Área de Influencia Físico- Biótica (AIFB)**

El grupo interdisciplinario de la Consultoría Ambiental destaca que, para la delimitación del área de influencia físico-biótica para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante, existe una predominancia de las siguientes características:

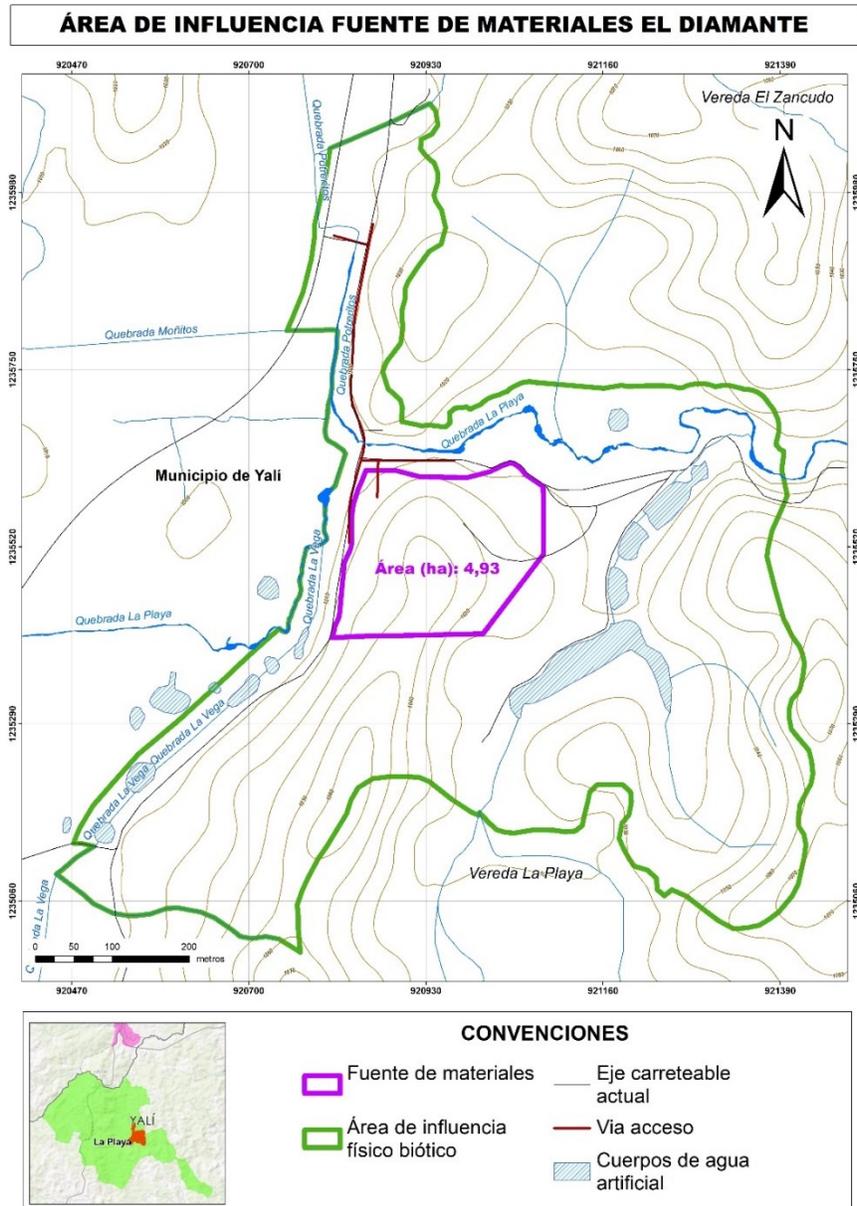
- Cuerpos de agua (naturales y artificiales) y dadas las características montañosas de la zona se presenta una delimitación en cuanto a la presencia de la divisoria de aguas de microcuencas.
- Aumento de concentraciones de contaminantes (material particulado y gases) y en los decibeles de ruido por la ejecución propia de las actividades de explotación en áreas colindantes.
- Uso actual del suelo
- Coberturas vegetales

Las anteriores unidades son predominantes en la definición del AI, ya que integran parámetros de los medios abiótico y biótico específicos permitiendo establecer la intensidad y trascendencia de los impactos indirectos asociados a las actividades a desarrollar para la explotación de la fuente de materiales El Diamante.

El área de influencia físico-biótica- AIFB, responde al alcance de los impactos identificados, a la existencia de coberturas que denotan intervención antrópica (presentándose una cierta fragmentación en la zona por la presencia de vías veredales, la construcción de las Unidades Funcionales 1 y 2 de la Concesión Autopista Río Magdalena 2, viviendas dispersas y que afecta de manera directa a la fauna), al uso o aprovechamiento de los suelos, al cruce de la red hidrológica de la zona, al aumento de concentraciones de contaminantes (material particulado y gases) y en los decibeles de ruido por la ejecución propia de las actividades de explotación de la fuente de materiales en áreas colindantes.

Se estableció que el área de influencia Físico-Biótica (AIFB) corresponde a un área de **48,5 Ha** y se evidencia en la **Figura 4-2** y en el **Plano ARM-DIA-003 (Área de influencia Físico-biótica)**.

**Figura 4-2. Área de Influencia Físico- Biótica**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

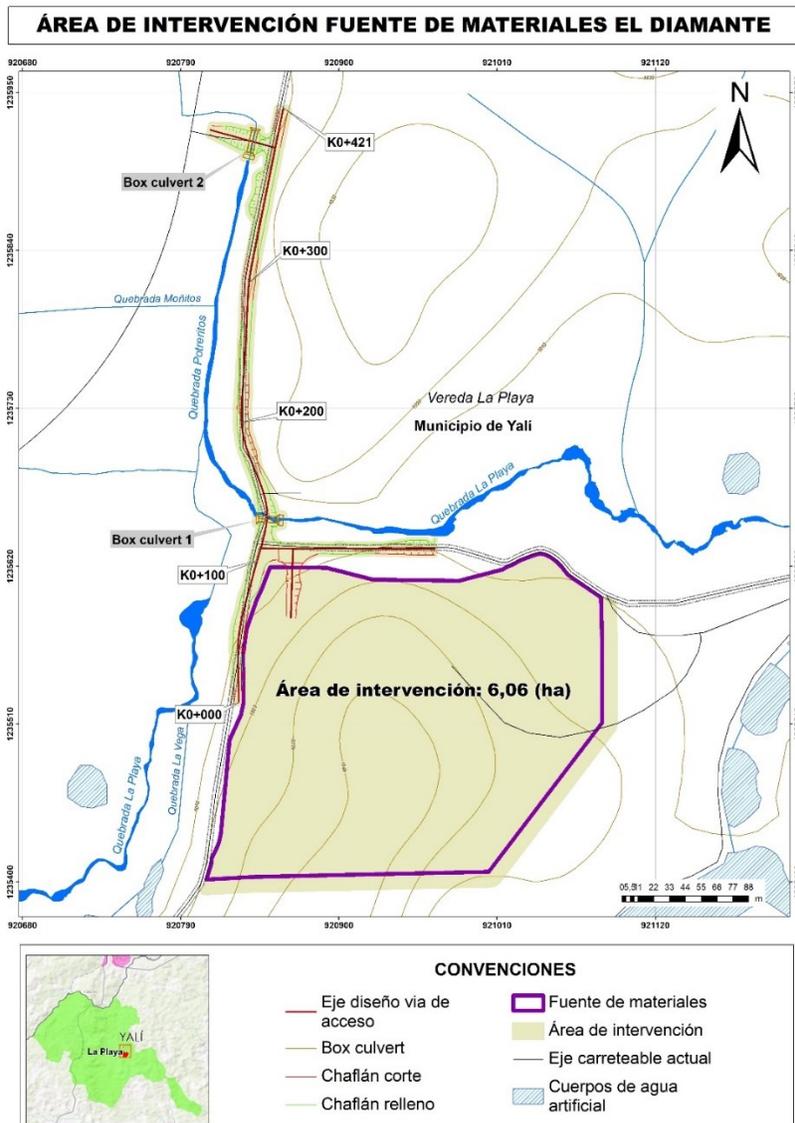
#### **Unidad Mínima de análisis (UMA)- Área de Intervención (AI)**

El área de intervención físico-biótica del proyecto que a partir del momento para todos sus efectos se denominará “Área de Intervención-AI”, con el objeto de realizar el cálculo del aprovechamiento de vegetación a intervenir por la ejecución de las obras objeto de la presente solicitud de licencia ambiental y la compensación del componente biótico, y la definición de los cruces con cuerpos de agua, la cual contempla sólo el área que será afectada por la explotación de materiales y su vía de acceso, delimitada por las obras objeto de Licencia Ambiental como sigue:

- (i) Una franja de seguridad o buffer de 2m para chaflanes de corte, terraplén y alcantarillas en las vías de acceso.
- (ii) Para las actividades de mejoramiento del eje 3 o vía hacia la vereda La Playa se contempla un buffer de 1m para los chaflanes de corte y terraplén, debido a que se ubica sobre la ronda de la Quebrada La Playa, por lo que las actividades se limitarán sólo a la intervención necesaria para subir la rasante de esta vía.
- (iii) Franja de seguridad o contingente de 10m alrededor del polígono de explotación, que corresponde a una medida preventiva ante cualquier situación contingente relacionada con la actividad de explotación de la cantera.

Esta área corresponde a 6,06 Ha y se presenta en la **Figura 4-2** y se evidencia en el Plano ARM-DIA-003 (Área de influencia Físico-biótica).

**Figura 4-3. Área de Intervención (AI)**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### 4.2.2.2 Área de Influencia Socioeconómica

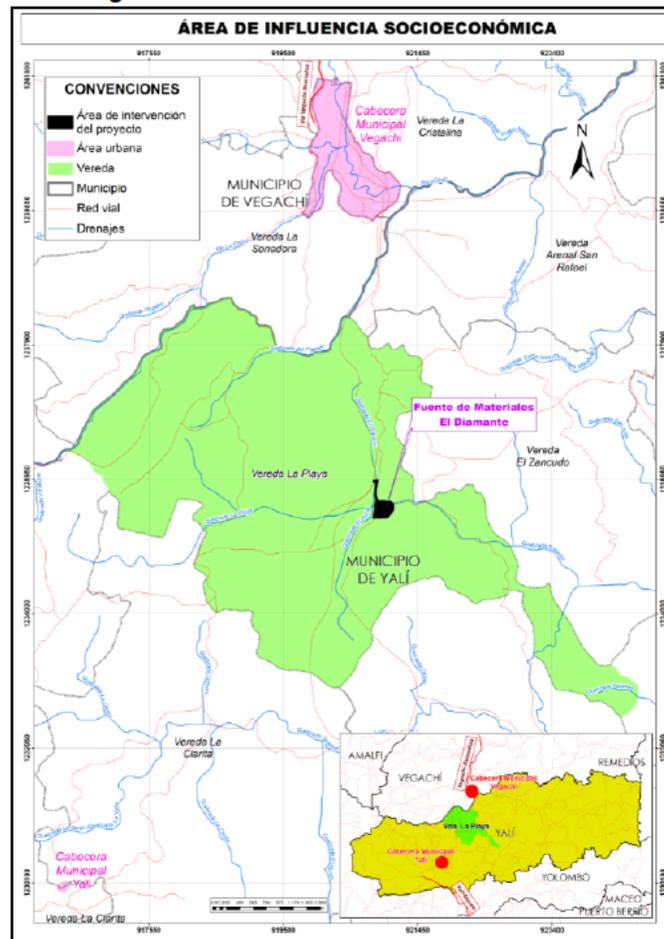
A partir del análisis preliminar de impactos que pueden ocasionarse por las obras que componen el presente proyecto, el área de Influencia en el Medio Socioeconómico está compuesta por los territorios que se presentan en la Tabla 4-1 y como se observa en la Figura 4-4 y en el plano ARM-DIA-004. Área de Influencia Socioeconómica. En dicha relación, se describe el uso del suelo catalogado según el Esquema de Ordenamiento Territorial de Yalí, las actividades y obras que justifican la inclusión en el área de influencia social.

**Tabla 4-1. Área de influencia del Medio Socioeconómico**

| Fuente de Materiales | Subregión<br>Municipio                      | Corregimiento<br>/ Sector | Unidad Territorial<br>Menor (UTme) | Uso del<br>suelo | Justificación   |
|----------------------|---|---------------------------|------------------------------------|------------------|---|
| El<br>Diamante       | Subregión<br>Nordeste<br>Antioqueño<br>Yalí | -                         | Vereda La Playa                    | Suelo<br>Rural   | Adecuación de la vía de acceso<br>Explotación de Fuente de<br>materiales Construcción de Obras<br>Hidráulicas |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Figura 4-4. Área de Influencia Socioeconómica**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

## 5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

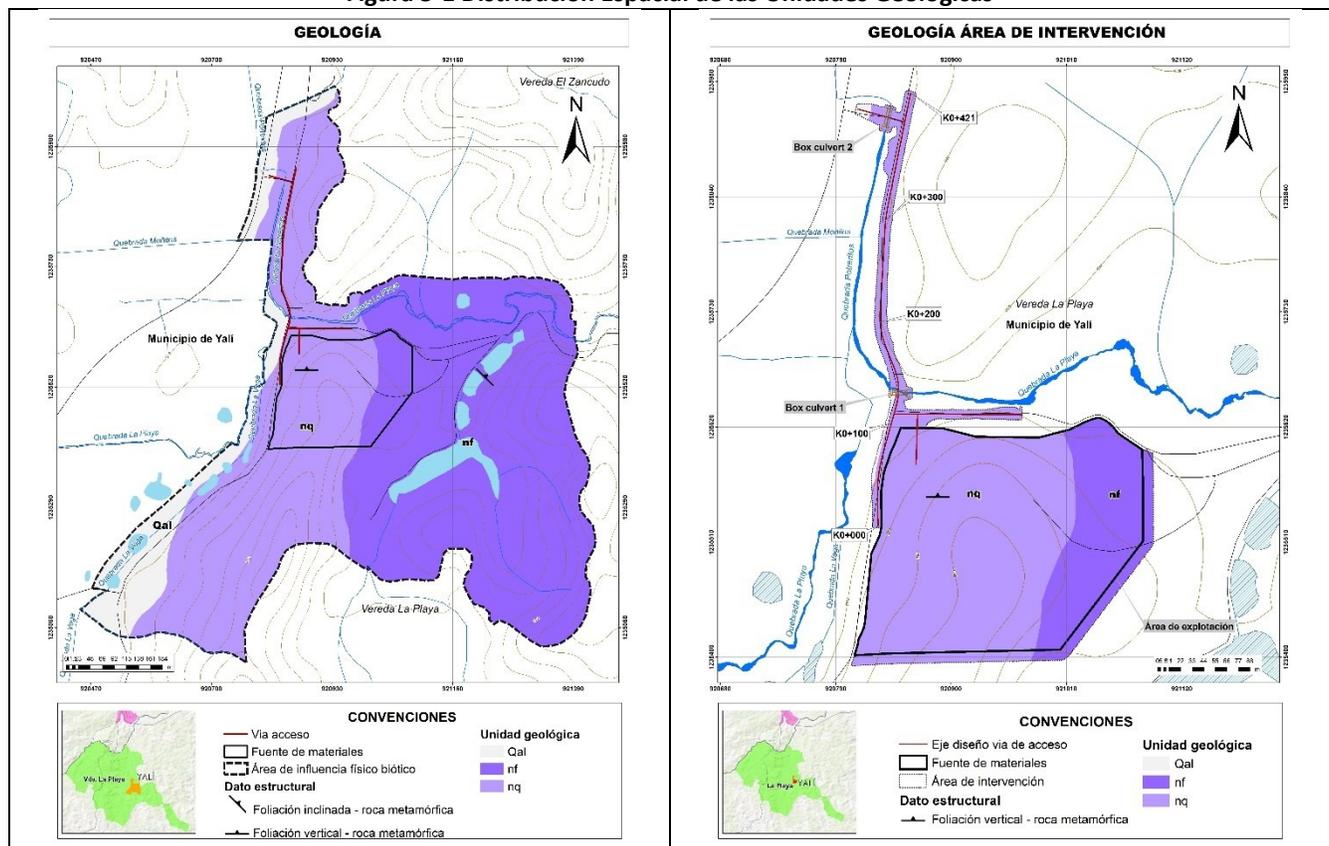
### 5.1 MEDIO ABIÓTICO

La caracterización del componente abiótico presenta las particularidades del área de influencia adicional para la inclusión de la Fuente de Materiales El Diamante como complemento del Estudio de Impacto Ambiental aprobado bajo la Resolución de Licencia Ambiental 0763 del 27 de julio de 2016, la cual fue modificada por la Resolución 2182 del 26 de noviembre del 2018.

#### 5.1.1 Geología

Las unidades anteriormente descritas representan la distribución espacial del componente geológico a nivel local para el proyecto, la cual se detalla en el mapa **ARM-DIA-005**. A manera complementaria, a continuación, se presenta la información puntual de las áreas de distribución en el AIFB y en el AI, ver **Figura 5-1**.

**Figura 5-1 Distribución Espacial de las Unidades Geológicas**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

La proporción en área para cada una de las unidades geológicas en el área de estudio se distribuye de la manera que muestra la **Tabla 5-1**.

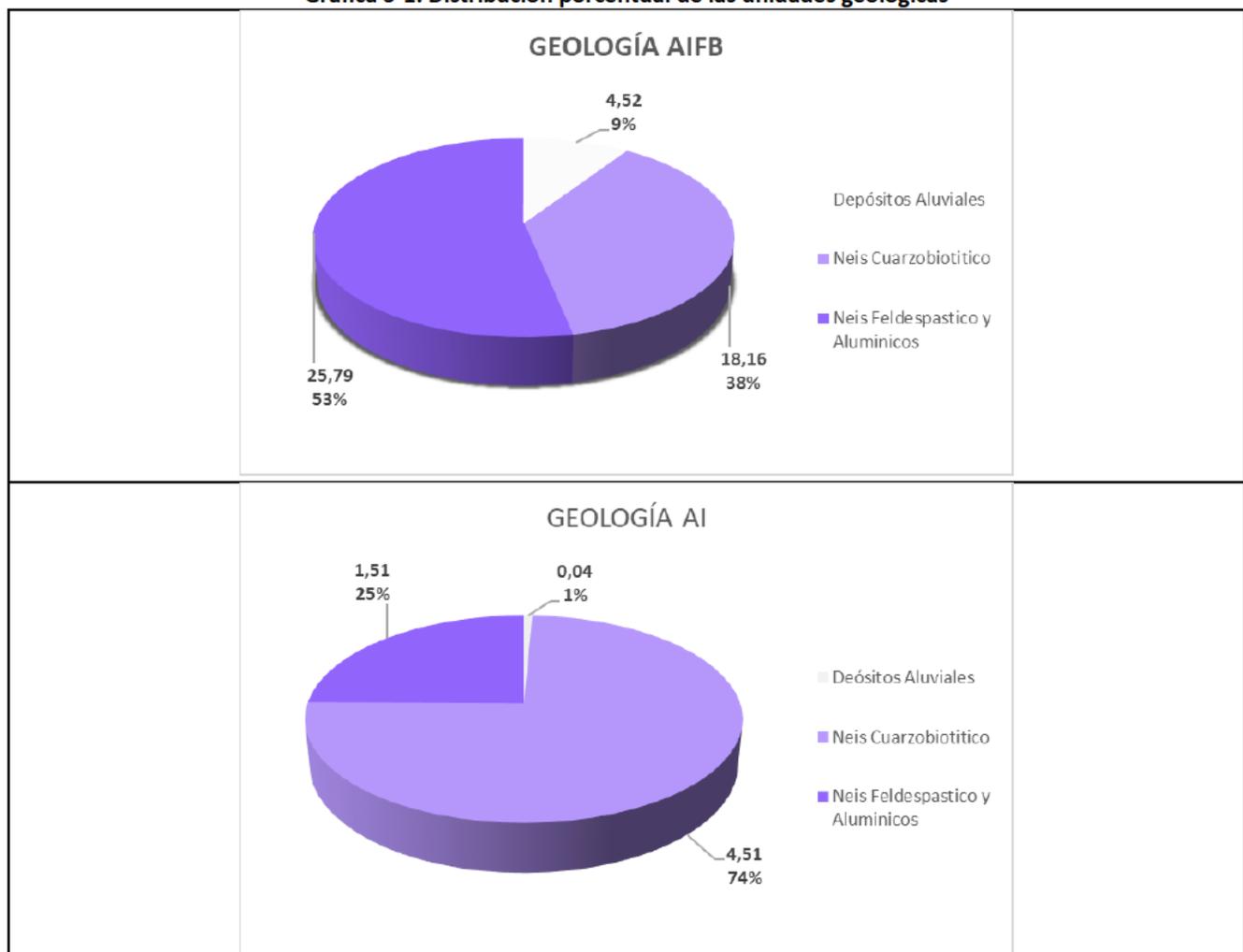
**Tabla 5-1 Unidades geológicas presentes en el área de influencia**

| UNIDADES GEOLÓGICAS |             |          |                                |         |              |             |             |             |
|---------------------|-------------|----------|--------------------------------|---------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| PERIODO             | EPOCA       | EDAD     | NOMBRE                         | SÍMBOLO | AIFB         |             | AI          |             |
|                     |             |          |                                |         | Área (ha)    | % Área      | Área (ha)   | %Área       |
| Cuaternario-Q       | Holoceno-Q2 | Anisiano | Depósitos Aluviales            | Qal     | 4,52         | 9,3%        | 0,04        | 1%          |
| Triásico-T          | Medio-T2    |          | Neis Cuarzobiotitico           | nq      | 18,16        | 37,5%       | 4,51        | 74%         |
|                     |             |          | Neis Feldespatico y Aluminicos | nf      | 25,79        | 53,2%       | 1,51        | 25%         |
| <b>Total</b>        |             |          |                                |         | <b>48,47</b> | <b>100%</b> | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

En la Gráfica 5-1, se muestra las proporciones en porcentaje para cada unidad geológica unidad geológica presente en el área de estudio.

**Gráfica 5-1. Distribución porcentual de las unidades geológicas**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Como se puede observar para el área de influencia físico-biótica del proyecto, la unidad que presenta una mayor representatividad corresponde a la unidad Neis Feldespatico y Aluminicos con una distribución porcentual del

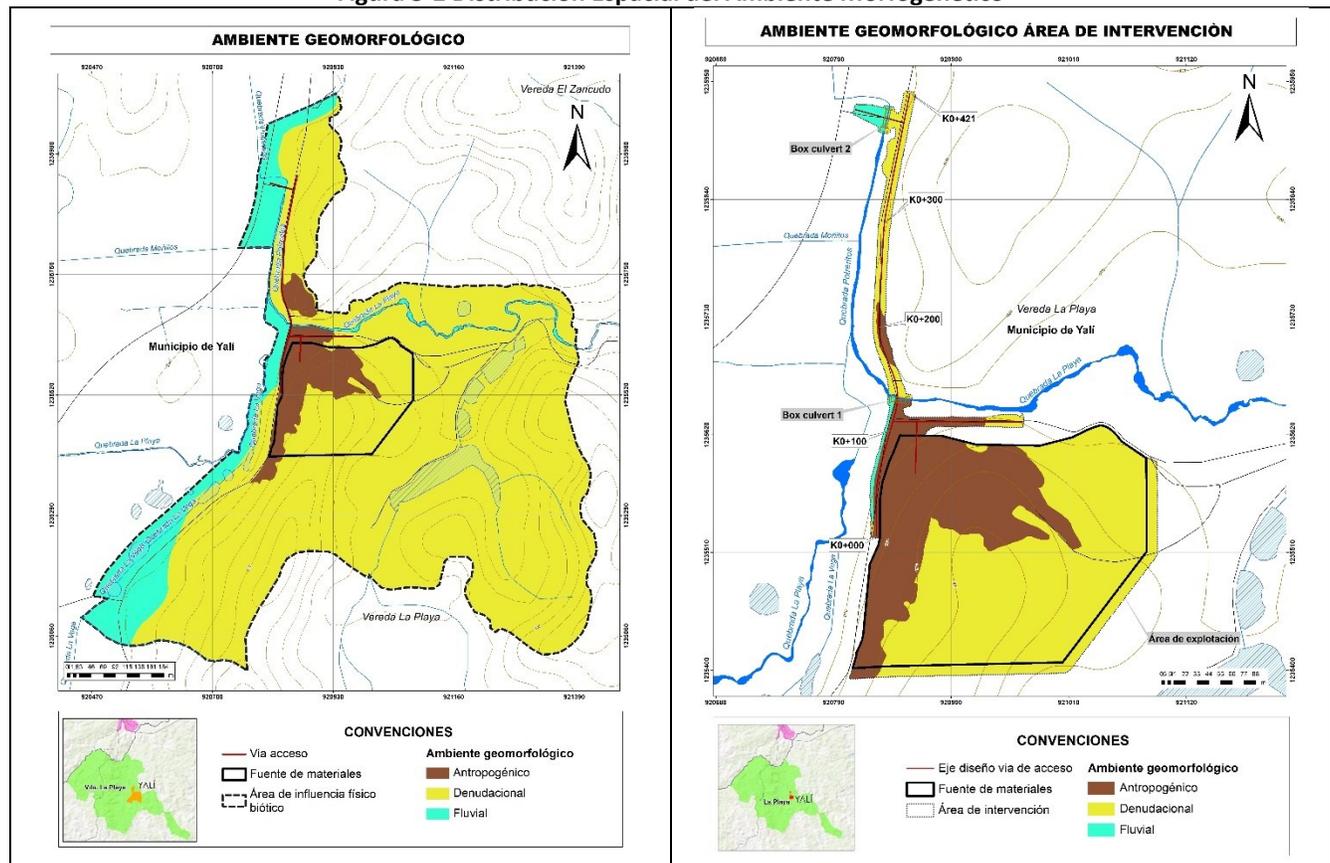
53,2% (25,79 ha), seguido de la unidad Neis Cuarzobiotítico la cual tiene una representatividad dentro del AIFB del 37,5% (18,16 Ha) y finalmente se halló la unidad correspondiente a Depósitos Aluviales con una extensión de 4,52 Ha y una participación del 9,3%.

Específicamente para el Área de intervención (AI), la unidad que tiene una mayor representatividad corresponde al Neis Cuarzobiotítico con 4,51 Ha (74%), seguido del Neis Feldespático y Aluminicos con 1,51 Ha (25%) y finalmente se encuentran los Depósitos Aluviales con 0,04 Ha (1%) de importancia.

### 5.1.2 Geomorfología

En la **Figura 5-2** se muestran las geoformas del terreno en función del ambiente morfogenético modelador que se identificaron en el área de influencia.

**Figura 5-2 Distribución Espacial del Ambiente Morfogenético**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

El área de estudio se encuentra predominante los ambientes morfogenéticos denudacional, antrópico y fluvial. El ambiente denudacional es el resultado posterior de la interacción endógena debido a la dinámica interna de la tierra, además de las condiciones exógenas, en este caso por un sistema fluvial presente en área de estudio, el cual está asociado a las características climatológicas de la región, mientras que el ambiente antrópico no es más que una alteración del relieve por parte del hombre.

En la Tabla 5-2 se presenta la relación entre el área y porcentaje para cada uno de los ambientes geomorfológicos, donde la más representativa es el denudacional siendo del 83,78% (40,61 Ha) en el AIFB y 64,6% (3,92 Ha) en el AI, seguida del ambiente fluvial con 10,70% (5,18 Ha) en el AIFB y cambiando su nivel de importancia en el AI con tan solo un 1,6% (0,10 Ha); por último, se encuentra el ambiente antrópico con 5,52% (2,68 Ha) en el AIFB, mientras que en el AI invertidamente ocupaba el segundo lugar de importancia con 33,8% (2,05 Ha).

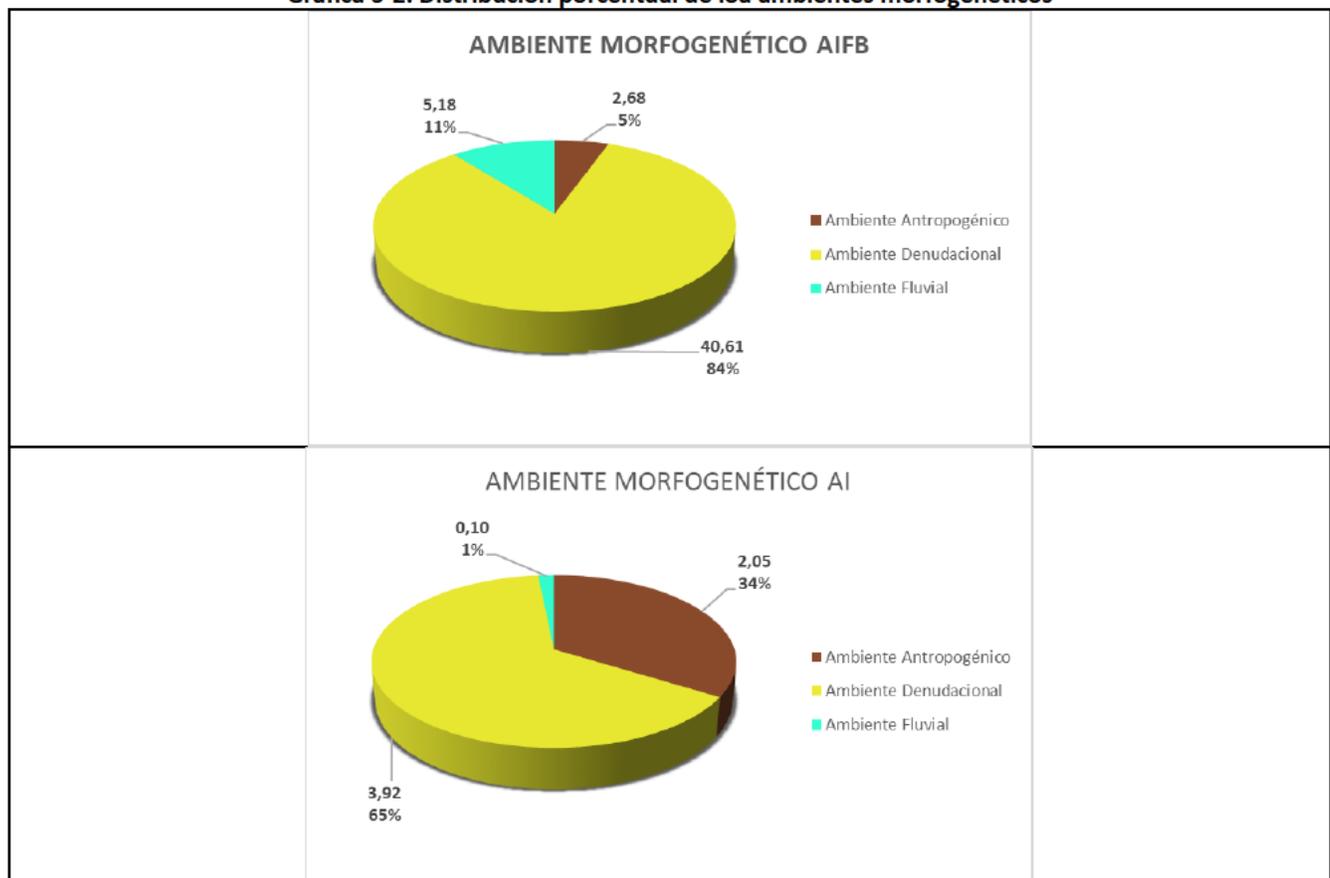
Tabla 5-2 Área y porcentaje de la morfogénesis

| AMBIENTES GEOMORFOLÓGICOS |                                |              |   |              |             |             |             |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---|--------------|-------------|-------------|-------------|
| GEOMORFOES                | PROVINCIA                      | NOMBRE       | SÍMBOLO   | AIFB         |             | AI          |             |
|                           |                                |              |   | Área (ha)    | % Área      | Área (ha)   | % Área      |
| Cordillera,<br>Orógeno    | Valle interandino<br>Magdalena | Antrópico    |  | 2,68         | 5,52%       | 2,05        | 33,8%       |
|                           |                                | Denudacional |  | 40,61        | 83,78%      | 3,92        | 64,6%       |
|                           |                                | Fluvial      |  | 5,18         | 10,70%      | 0,10        | 1,6%        |
| <b>Total</b>              |                                |              |   | <b>48,47</b> | <b>100%</b> | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

En la Gráfica 5-2, se aprecian los porcentajes correspondientes para cada unidad morfogenética presente en el área de influencia.

Gráfica 5-2. Distribución porcentual de los ambientes morfogenéticos



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

De acuerdo con la distribución espacial y al área de ocupación, se encuentra en la Tabla 5-3 los porcentajes de cada una de las pendientes calculadas a partir de un modelo digital de elevación.

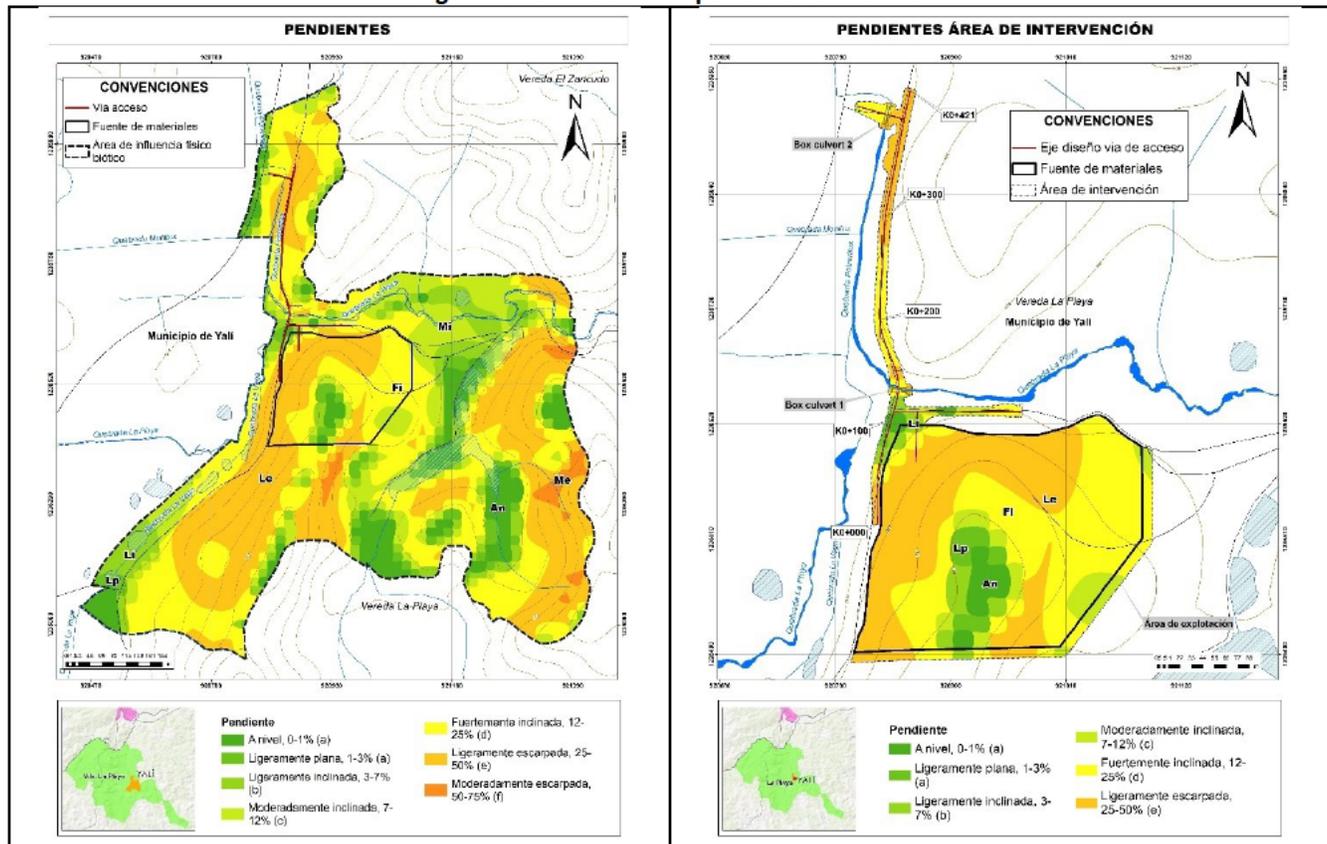
Tabla 5-3 Rangos de las pendientes

| PENDIENTES   |         |              |             |             |             |
|--|---------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| RANGO  | SÍMBOLO | AIFB         |             | AI          |             |
|  |         | Área (Ha)    | % Área      | Área (Ha)   | % Área      |
| A nivel, 0-1% (a)  | An      | 4,00         | 8,3%        | 0,27        | 4,5%        |
| Ligeramente plana, 1-3% (a)                                  | Lp      | 2,02         | 4,2%        | 0,20        | 3,3%        |
| Ligeramente inclinada, 3-7% (b)                              | Li      | 4,36         | 9,0%        | 0,27        | 4,5%        |
| Moderadamente inclinada, 7-12% (c)                           | Mi      | 6,55         | 13,5%       | 0,45        | 7,4%        |
| Fuertemente inclinada, 12-25% (d)                            | Fi      | 15,44        | 31,9%       | 2,53        | 41,8%       |
| Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50% (e)     | Le      | 15,29        | 31,5%       | 2,34        | 38,6%       |
| Moderadamente escarpada o moderadamente empinada, 50-75% (f) | Me      | 0,81         | 1,7%        | -           | -           |
| <b>Total</b>   |         | <b>48,47</b> | <b>100%</b> | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

En la Figura 5-3 se presentan las pendientes obtenidas para el área de influencia físico-biótica.

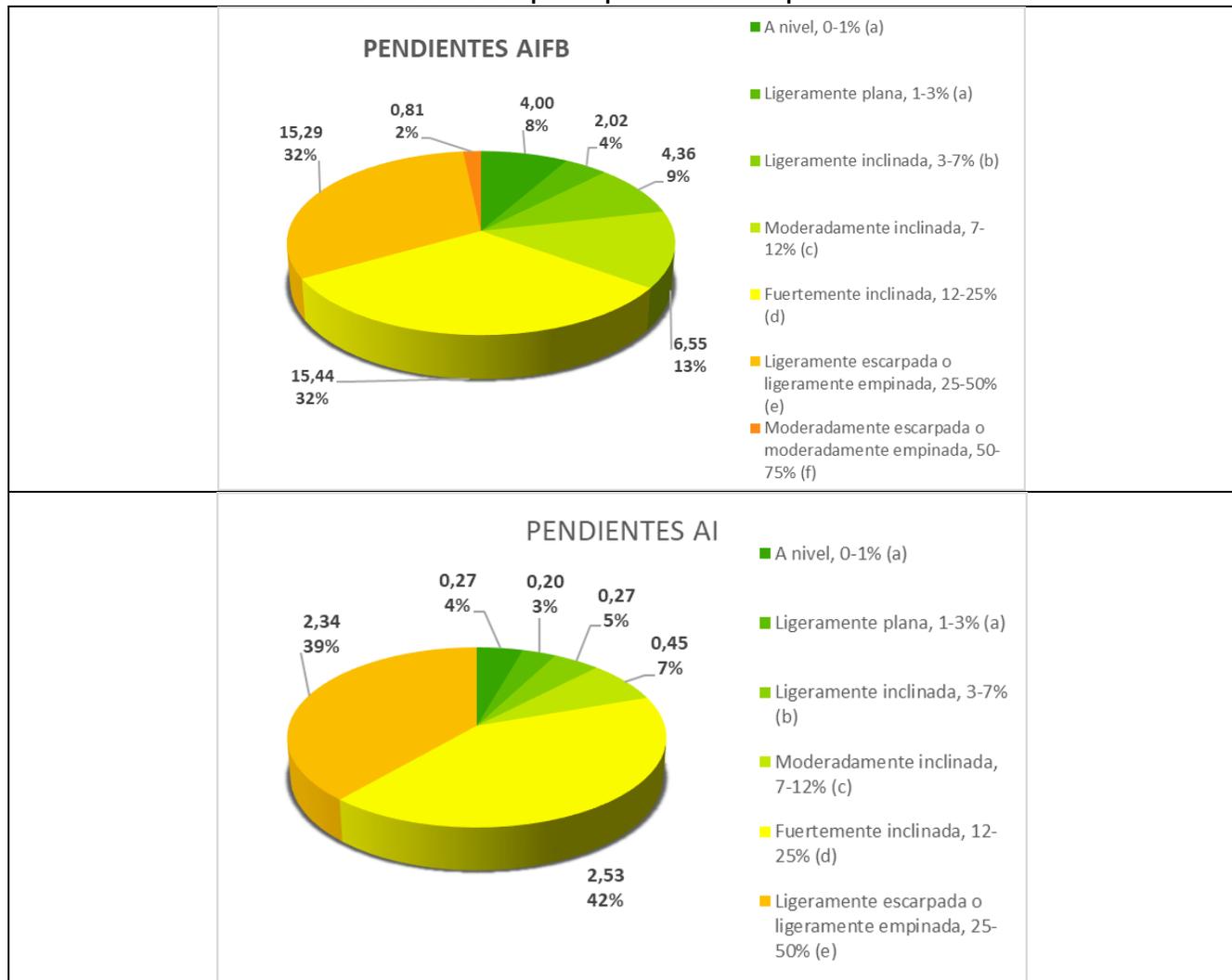
Figura 5-3 Distribución Espacial de Pendientes



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Con la información relacionada anteriormente se grafican los porcentajes para cada uno de los rangos de las pendientes obtenidas para el área de estudio, **Gráfica 5-3** Aquí es posible observare que los dos tipos de pendientes más representativas corresponden a las Fuertemente inclinadas, 12-25% (d) con un 31,9% (15,44 Ha) en el AIFB y un 41,8% (2,53 Ha) en el AI y las Ligeramente escarpadas o ligeramente empinadas, 25-50% (e) con un 31,5% (15,29 Ha) en el AIFB y un 38,6% (2,34 Ha) en el AI.

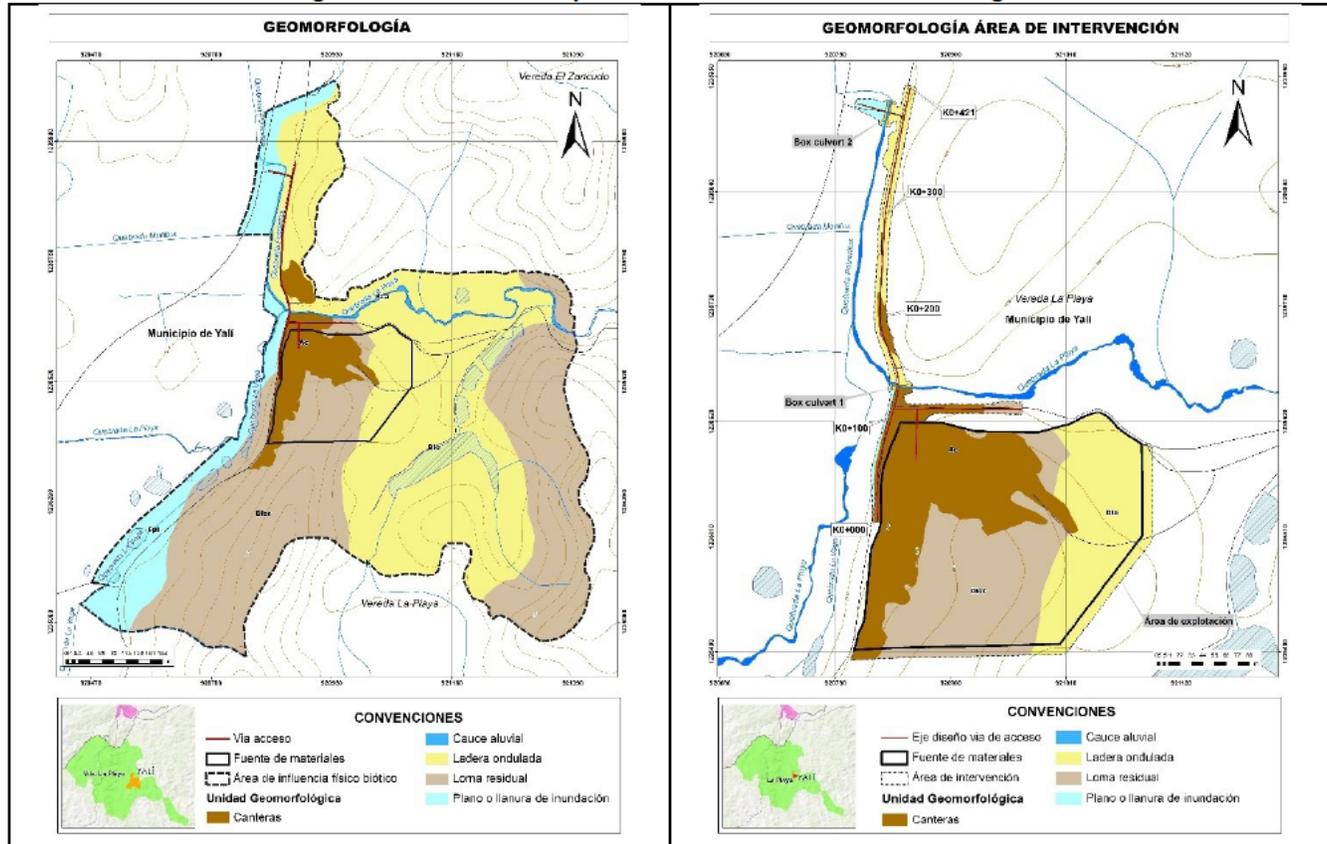
**Gráfica 5-3. Participación porcentual de las pendientes**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Las diferentes subunidades geomorfológicas que la componen son el producto de la intervención del hombre además de la interacción de varios mecanismos modeladores del paisaje los cuales no son constantes, sino que varían con el tiempo en duración e intensidad, además de una red de drenajes que se observaron en el área de estudio. Por lo tanto, se desarrolla una clasificación visual de las subunidades geomorfológicas, **Figura 5-4**.

**Figura 5-4 Distribución Espacial de las subunidades Geomorfológicas**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

En la **Tabla 5-4** se observa la relación entre el área y porcentaje que posee cada una de las subunidades geomorfológicas cartografiadas, siendo de mayor representación las Laderas onduladas con el 42,9% (20,78 Ha), seguida de una loma residual de 40,9% (19,83 Ha), el 9,9% (4,78Ha) corresponde a los Planos o llanuras de inundación, continuamos con las canteras del 5,5% (2,68 Ha), por último se observan los cauces aluviales de un 0,8% (0,40 Ha). En el AI se encuentra en primer lugar las canteras con 33,8% (2,05 Ha) y loma residual con 33,1% (2,01 Ha) y Laderas onduladas con el 31,5% (1,91 Ha).

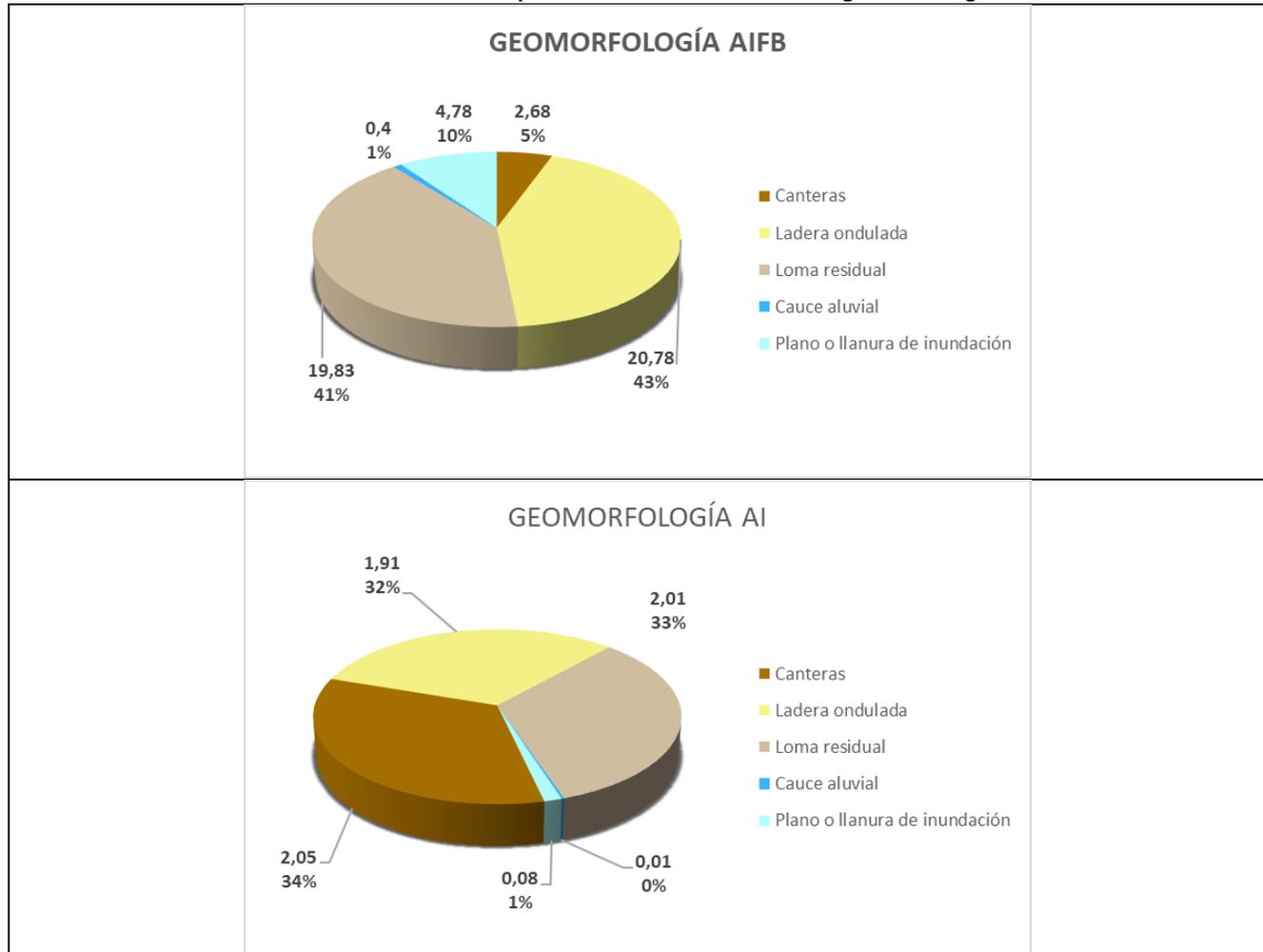
**Tabla 5-4 Subunidades geomorfológicas**

| GEOMORFOLOGÍA          |                | AIFB                          |         | AI           |               |             |               |
|------------------------|----------------|-------------------------------|---------|--------------|---------------|-------------|---------------|
| REGIÓN                 | COMPONENTE     | UNIDAD GEOMORFOLÓGICA         | SÍMBOLO | Área (ha)    | % Área        | Área (ha)   | % Área        |
| Ambiente Antropogénico | Acantilados    | Canteras                      | Ac      | 2,68         | 5,5%          | 2,05        | 34,0%         |
| Ambiente Denudacional  | Deslizamientos | Ladera ondulada               | Dlo     | 20,78        | 42,9%         | 1,91        | 30,7%         |
|                        |                | Loma residual                 | Dlor    | 19,83        | 40,9%         | 2,01        | 33,8%         |
| Ambiente Fluvial       | Cauces         | Cauce aluvial                 | Fca     | 0,40         | 0,8%          | 0,01        | 0,2%          |
|                        |                | Plano o llanura de inundación | Fpi     | 4,78         | 9,9%          | 0,08        | 1,3%          |
| <b>TOTAL</b>           |                |                               |         | <b>48,47</b> | <b>100,0%</b> | <b>6,06</b> | <b>100,0%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Se presenta en la **Gráfica 5-4**, el porcentaje por cada una de las subunidades geomorfológicas cartografiadas en el área de estudio.

**Gráfica 5-4. Distribución porcentual de las subunidades geomorfológicas**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 5.1.3 Paisaje

Dentro del área de influencia físico-biótica del proyecto se definieron un total de 19 Unidades de Paisaje (ver **Tabla 5-5** y **Figura 5-5**, de las cuales la unidad paisajística que tiene una mayor representatividad corresponde al relieve de Deslizamientos con coberturas propias de pastos enmalezados ocupando 12,08 Ha correspondientes al 24,92 % del territorio, seguido por coberturas propias de pastos limpios dentro de este mismo relieve ocupando 8,36 Ha correspondientes al 17,25 % del AIF; otra de las unidades que exhibió mayor representatividad dentro del área de influencia físico-biótica fue, dentro de este mismo relieve la cobertura propia de vegetación secundaria con una representatividad del 16,84 % - 8,16 Ha y en menor proporción se encuentra el bosque de galería asociado con una representatividad del 13,22 % - 6,41 Ha, las unidades paisajísticas restantes dentro del AIFB tienen representatividades inferiores al 10%.

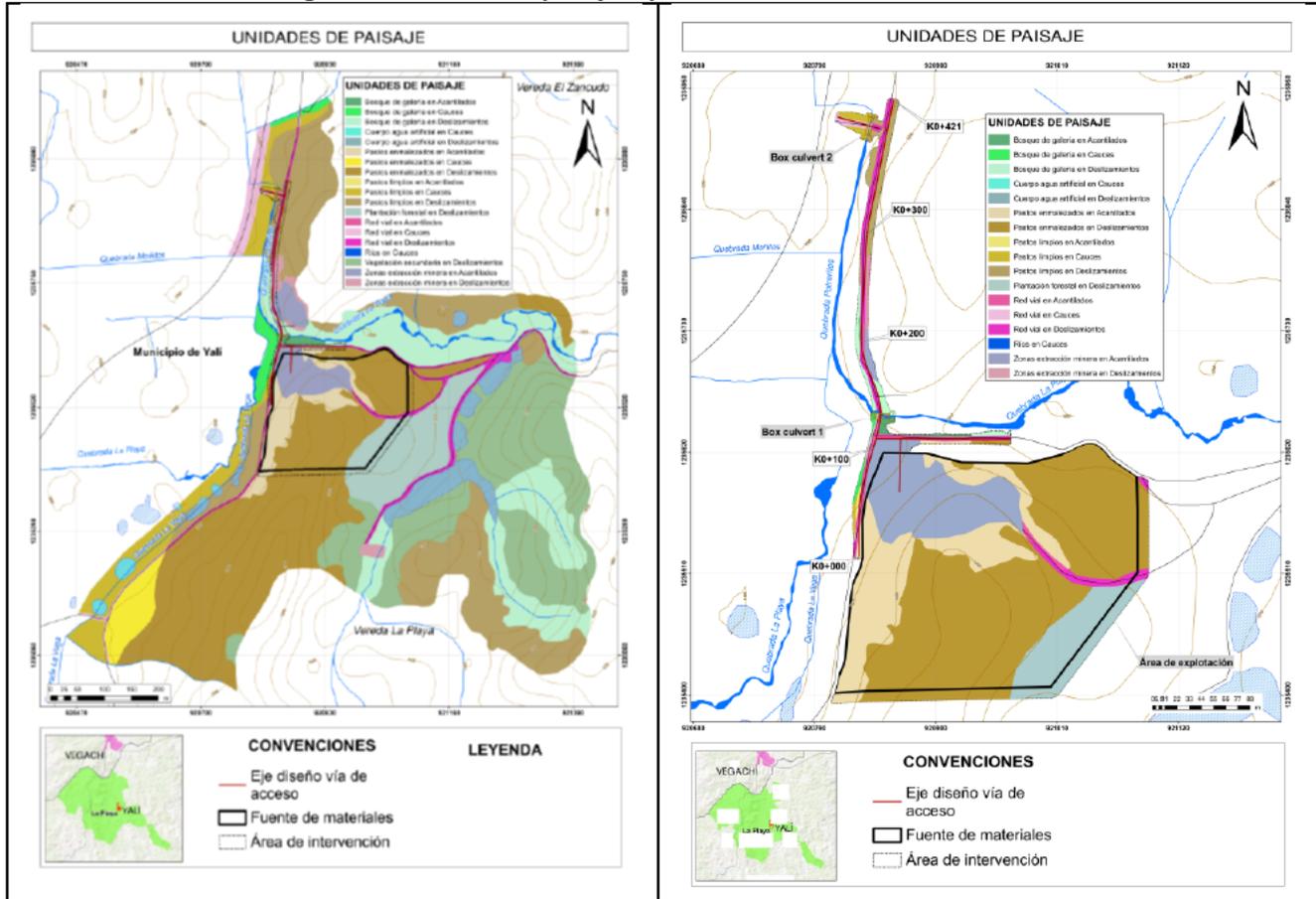
**Tabla 5-5. Unidades de paisaje presentes en el área de influencia**

| Unidades de Paisaje                       | AIFB         |             | AI          |             |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|
|   | Área (Ha)    | %           | Área (Ha)   | %           |
| Bosque de galería en Acantilados          | 0,13         | 0,26%       | 0,03        | 0,52%       |
| Bosque de galería en Cauces               | 0,48         | 0,99%       | 0,02        | 0,27%       |
| Bosque de galería en Deslizamientos       | 6,41         | 13,22%      | 0,07        | 1,13%       |
| Cuerpo agua artificial en Cauces          | 0,20         | 0,41%       | 0,0         | 0,0%        |
| Cuerpo agua artificial en Deslizamientos  | 1,50         | 3,10%       | 0,0         | 0,0%        |
| Pastos enmalezados en Acantilados         | 1,24         | 2,55%       | 1,04        | 17,12%      |
| Pastos enmalezados en Cauces              | 0,97         | 2,01%       | 0,0         | 0,0%        |
| Pastos enmalezados en Deslizamientos      | 12,08        | 24,92%      | 2,96        | 48,80%      |
| Pastos limpios en Acantilados             | 0,01         | 0,01%       | 0,01        | 0,10%       |
| Pastos limpios en Cauces                  | 2,43         | 5,00%       | 0,04        | 0,72%       |
| Pastos limpios en Deslizamientos          | 8,36         | 17,25%      | 0,13        | 2,15%       |
| Plantación forestal en Deslizamientos     | 2,69         | 5,56%       | 0,53        | 8,74%       |
| Red vial en Acantilados                   | 0,13         | 0,27%       | 0,11        | 1,86%       |
| Red vial en Cauces                        | 0,76         | 1,56%       | 0,03        | 0,51%       |
| Red vial en Deslizamientos                | 1,10         | 2,28%       | 0,21        | 3,40%       |
| Ríos en Cauces                            | 0,35         | 0,72%       | 0,00        | 0,07%       |
| Vegetación secundaria en Deslizamientos   | 8,16         | 16,84%      | 0,0         | 0,0%        |
| Zonas extracción minera en Acantilados    | 1,17         | 2,42%       | 0,86        | 14,23%      |
| Zonas extracción minera en Deslizamientos | 0,30         | 0,61%       | 0,03        | 0,45%       |
| <b>Total</b>                              | <b>48,47</b> | <b>100%</b> | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

De otro lado y específicamente para el área de intervención del proyecto, la unidad de paisaje de mayor importancia al igual que en el área de influencia se encuentra representada en su mayoría por el relieve de Deslizamientos con un 48,80 % (2,96 Ha) en coberturas vegetales correspondientes a Pastos enmalezados, seguido de una cobertura igualmente de pastos enmalezados pero perteneciente\*s al relieve de Acantilados ocupando una extensión de 1,04 Ha – 17,12 % del área total; así mismo, dentro de este relieve se encuentran coberturas propias de zonas de extracción minera donde se delimitó un área de 0,86 Ha – 14,23 % del área de intervención del proyecto, las unidades paisajísticas restantes dentro del AI tienen representatividades inferiores al 10%.

**Figura 5-5 Unidades de paisaje espacializadas en el área de influencia**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

## 5.1.4 Suelos y usos de la tierra

### 5.1.4.1 Clasificación Agrologica de Suelos

**Tabla 5-6. Unidades Cartográficas de Suelo**

| PAISAJE | CLIMA AMBIENTAL            | CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE | LITOLOGÍA Y/O SEDIMENTOS           | CONJUNTO TAXONÓMICO | CARACTERÍSTICAS DEL SUELO   | UCS   |
|---------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------|---|-------|
| Montaña | Cálido seco a húmedo       | Vallecitos                  | Sedimentos coluvioaluviales mixtos | COMPLEJO TARAZÁ     | Superficiales y moderadamente profundos, bien a moderadamente bien drenados con inundaciones periódicas; texturas variadas, fertilidad baja a alta. | TRa   |
|         | Cálido húmedo a muy húmedo | Filas y vigas               | Rocas metamórficas (neisses y      | ASOCIACIÓN ZARAGOZA | Profundos y moderadamente profundos, bien drenados, texturas finas  | ZCe 1 |

| PAISAJE | CLIMA AMBIENTAL | CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE | LITOLOGÍA Y/O SEDIMENTOS  | CONJUNTO TAXONÓMICO | CARACTERÍSTICAS DEL SUELO   | UCS |
|---------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------|---|-----|
|         |                 |                             | paraneisses migmatítico). |                     | y moderadamente finas a veces con fragmentos de roca, reacción extremada a fuertemente ácida, alta saturación de aluminio, fertilidad baja. |     |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

De manera complementaria, a continuación, se presenta la Tabla 5-7, que representa espacialmente las unidades cartográficas de suelo en el área del proyecto, información que se encuentra detallada en el mapa ARM-DIA-009.

**Tabla 5-7. Unidades cartográficas de suelos asociadas al área de influencia físico-biótica Fuente de Materiales El Diamante**

| UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS |         |  |              |             |             |             |
|----------------------------------|---------|--|--------------|-------------|-------------|-------------|
| NOMBRE                           | SÍMBOLO | CARACTERÍSTICAS SUELOS   | AIFB         |             | AI          |             |
|                                  |         |  | ÁREA (ha)    | % Área      | ÁREA (ha)   | % Área      |
| Complejo Tarazá                  | TRa     | Superficiales y moderadamente profundos, texturas variadas, fertilidad baja a alta   | 5,49         | 11,3%       | 0,67        | 11,1%       |
| Asociación Zaragoza              | ZCe1    | Profundos y moderadamente profundos, texturas finas y moderadamente finas a veces con fragmentos de roca, reacción extremada a fuertemente ácida, alta saturación de aluminio, fertilidad baja | 37,46        | 77,3%       | 4,15        | 68,5%       |
| Cuerpo Agua Artificial           | Caa     | No Suelo   | 1,71         | 3,5%        | -           | -           |
| Red Vial                         | Rv      | No Suelo   | 1,99         | 4,1%        | 0,35        | 5,8%        |
| Río                              | R       | No Suelo   | 0,35         | 0,7%        | -           | -           |
| Zonas de Extracción Minera       | ZEM     | No Suelo   | 1,47         | 3,0%        | 0,89        | 14,7%       |
| <b>TOTAL</b>                     |         |  | <b>48,47</b> | <b>100%</b> | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

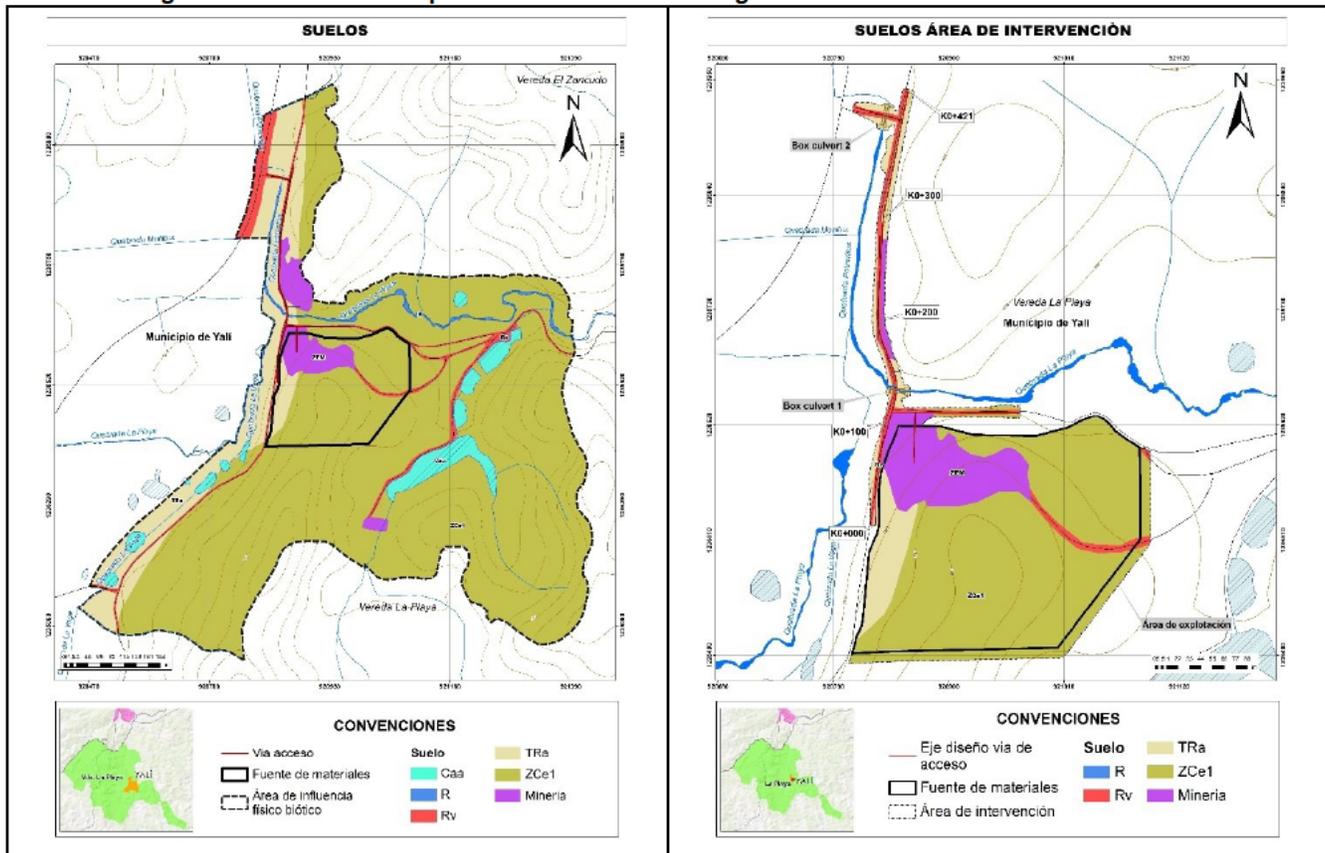
En el área de influencia físico-biótica el 77,3% del territorio correspondiente a 37,46 Ha se encuentran delimitadas dentro de la Unidad cartográfica de suelos de la Asociación Zaragoza, mientras que el 11,3% (5,49 Ha) pertenece al Complejo Tarazá y el área restante se clasifica dentro de los No Suelos y dentro de estos el área de mayor importancia corresponde a la Red Vial con un 4,1% de importancia correspondiente a 1,99 Ha, seguida de los Cuerpos de agua artificiales con una representatividad del 3,5% (1,71 Ha).

**Gráfica 5-5. Representatividad de las Unidades cartográficas de suelos en el área de influencia**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

De otro lado, en el área de intervención el 68,5% del territorio se encuentra localizado en la Unidad cartográfica de suelos de la Asociación Zaragoza con un área total de 4,15 Ha, seguido de las Zonas de extracción minera clasificadas como No suelos con una importancia de 14,7% (0,89 Ha), posterior a estos se encontró el Complejo Tarazá cuya representatividad es del 11% (0,67 Ha) y la red vial ocupando un área total de 0,35 Ha (5,8%).

**Figura 5-6. Distribución espacial de las Unidades cartográficas de suelos en el área de influencia**


Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### 5.1.4.2 Uso potencial del suelo

En el área de influencia para la explotación de materiales de construcción en la Fuente de materiales El Diamante se delimitaron los usos potenciales o capacidad de uso del suelo que se presentan en la Tabla 5-8, información que se encuentra detallada en el mapa ARM-DIA-011.

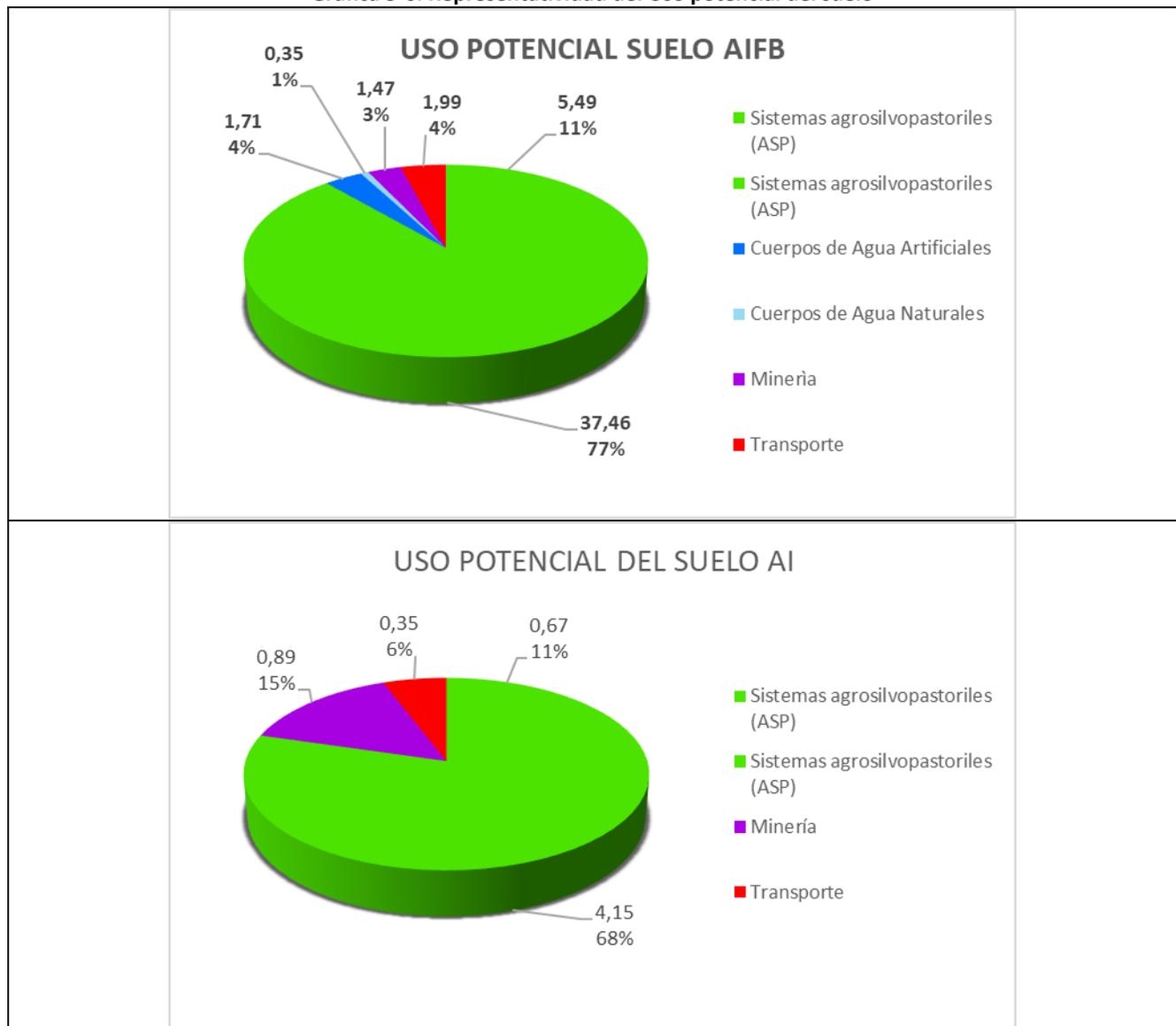
**Tabla 5-8. Uso potencial del suelo**

| USO POTENCIAL DEL SUELO            |  |              |             |             |             |
|------------------------------------|--|--------------|-------------|-------------|-------------|
| USO POTENCIAL                      | FACTORES LIMITANTES  | AIFB         |             | AI          |             |
|                                    |  | ÁREA (ha)    | % Área      | ÁREA (ha)   | % Área      |
| Sistemas agrosilvopastoriles (ASP) | Permeabilidad muy rápida, retención de humedad baja a muy baja | 5,49         | 11,3%       | 0,67        | 11,0%       |
| Sistemas agrosilvopastoriles (ASP) | Pendiente oscila entre 25 - 50 %. Erosión ligera y moderada.   | 37,46        | 77,3%       | 4,15        | 68,5%       |
| Cuerpos de Agua Artificiales       | N/A  | 1,71         | 3,5%        | -           | -           |
| Cuerpos de Agua Naturales          | N/A  | 0,35         | 0,7%        | 0,00        | 0,1%        |
| Minería                            | N/A  | 1,47         | 3,0%        | 0,89        | 14,7%       |
| Transporte                         | N/A  | 1,99         | 4,1%        | 0,35        | 5,8%        |
| <b>TOTAL</b>                       |  | <b>48,47</b> | <b>100%</b> | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

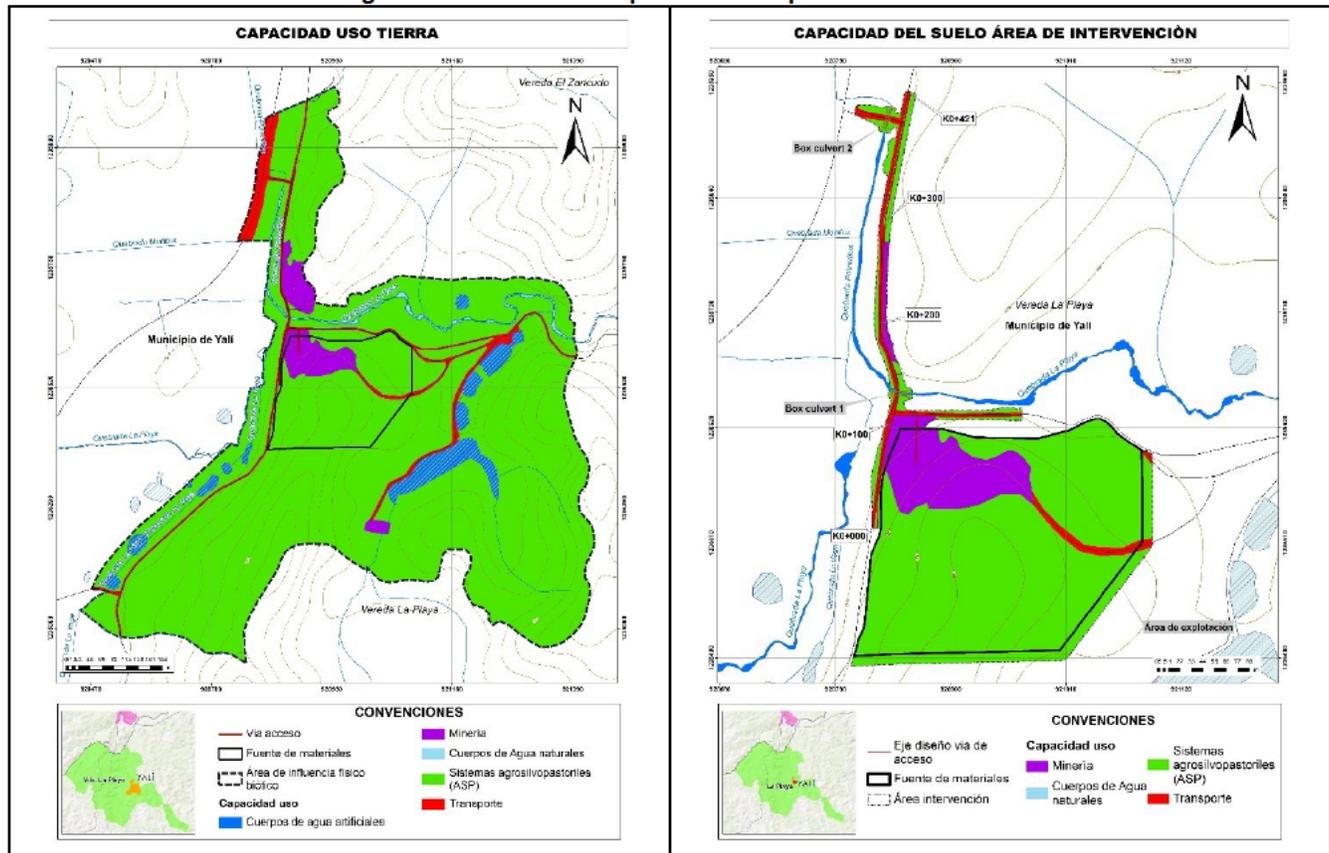
Tanto en el AIFB como en el AI el uso potencial del suelo predominante corresponde a Sistemas agrosilvopastoriles (ASP), los cuales tienen dos tipos de limitantes siendo el que más prevalece las zonas con pendientes que oscilan entre 25 - 50 %, con una erosión ligera y moderada, su representatividad refiere al 77,3% (37,46 Ha) en el AIFB y 68,5% (4,15 Ha) en el AI; adicional a este se presenta la zona con limitantes por una permeabilidad muy rápida y una retención de humedad baja a muy baja con una importancia del 11,3% (5,49 Ha) en el AIFB y del 11% (0,67 Ha) en el AI, las áreas restantes que se delimitaron dentro del área de influencia no tienen una capacidad de uso o uso potencial del suelo definida ya que corresponden a áreas catalogadas como de No Suelo.

**Gráfica 5-6. Representatividad del Uso potencial del suelo**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Figura 5-7. Distribución espacial del Uso potencial del suelo**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 5.1.4.3 Uso actual

Los usos actuales del suelo identificados en el área de influencia corresponden a los relacionados a continuación en la Tabla 5-9., donde el principal grupo presente corresponde a la Ganadería, seguido en orden de representatividad por las zonas de conservación, los sistemas forestales y la infraestructura, principalmente, información que se encuentra detallada en el mapa ARM-DIA-010.

**Tabla 5-9. Uso actual del suelo**

| USO ACTUAL DEL SUELO      |         |  |           |        |           |        |  |
|---------------------------|---------|--|-----------|--------|-----------|--------|--|
| GRUPO                     | símbolo | USO ACTUAL   | AIFB      |        | AI        |        |  |
|                           |         |  | ÁREA (ha) | % Área | ÁREA (ha) | % Área |  |
| Agricultura               | Psc     | Piscicultura   | 1,32      | 2,7%   | -         | -      |  |
| Conservación              | CRE     | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) | 0,33      | 0,7%   | -         | -      |  |
|                           | FPD     | Sistema forestal productor (FPD)   | 8,16      | 16,8%  | -         | -      |  |
|                           | FPR     | Sistemas forestales protectores (FPR)  | 7,01      | 14,5%  | 0,12      | 1,9%   |  |
| Cuerpos de Agua Naturales | CAN     | Cuerpos de Agua Naturales  | 0,35      | 0,7%   | 0,00      | 0,1%   |  |
| Forestal                  | FPD     | Sistema forestal productor (FPD)   | 2,69      | 5,6%   | 0,53      | 8,7%   |  |

**USO ACTUAL DEL SUELO**

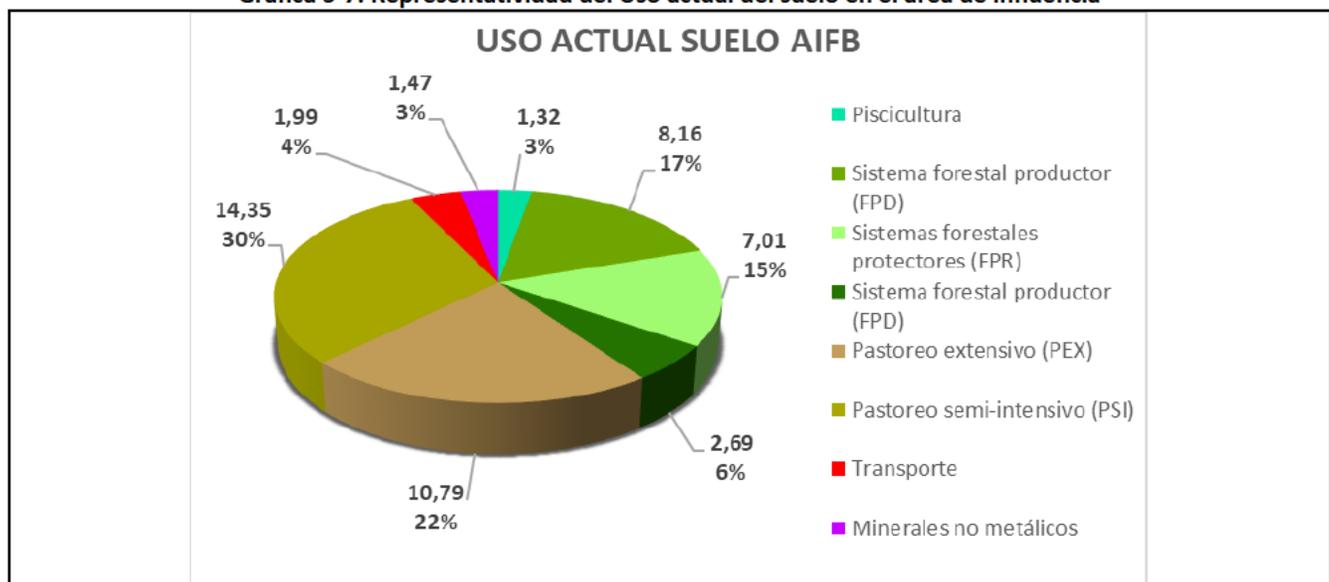
| GRUPO           | símbolo | USO ACTUAL                    | AIFB         |             | AI          |             |
|-----------------|---------|-------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                 |         |                               | ÁREA (ha)    | % Área      | ÁREA (ha)   | % Área      |
| Ganadería       | PEX     | Pastoreo extensivo (PEX)      | 10,79        | 22,3%       | 0,18        | 3,0%        |
|                 | PSI     | Pastoreo semi-intensivo (PSI) | 14,35        | 29,6%       | 3,99        | 65,9%       |
| Infraestructura | T       | Transporte                    | 1,99         | 4,1%        | 0,35        | 5,8%        |
| Minería         | MNM     | Minerales no metálicos        | 1,47         | 3,0%        | 0,89        | 14,7%       |
| <b>TOTAL</b>    |         |                               | <b>48,47</b> | <b>100%</b> | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

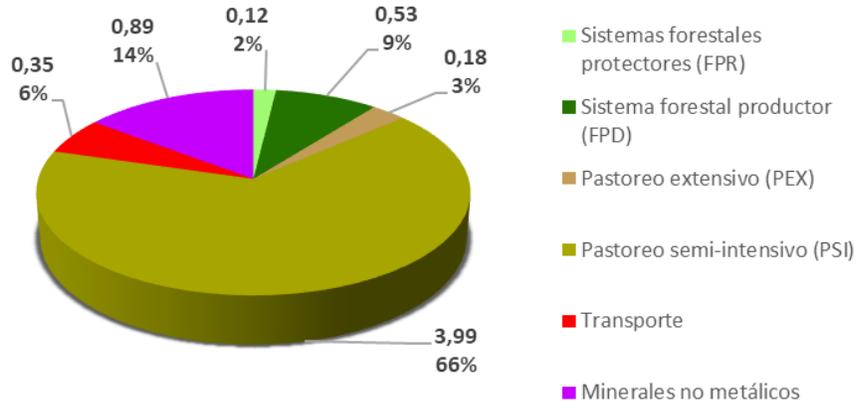
Así, el uso actual del suelo que predomina en el AIFB corresponde al Pastoreo semi-intensivo (PSI) ocupando un 29,6% (14,35 Ha); seguido del Pastoreo extensivo (PEX) que tiene una representatividad del 22,3% que corresponden a 10,79 Ha de terreno, en un tercer lugar se encontró el uso asociado con áreas de conservación enfocadas al Sistema forestal productor (FPD) cuya representatividad corresponde a un 16,8% (8,16 Ha); posterior a este con una importancia del 14,5% con 7,01 Ha se encuentran delimitadas dentro de un uso igualmente de conservación pero enfocado a Sistemas forestales protectores (FPR), finalmente los demás usos identificados tienen una representatividad inferior al 10% dentro del AIFB.

Específicamente en el área de intervención del proyecto el Pastoreo semi-intensivo (PSI) tiene tal como se evidencio en el AIFB la mayor representatividad, que corresponde a una extensión de 3,99 Ha (65,9%); sin embargo, el segundo lugar esta categorizado dentro de un uso actual de extracción de minerales no metálicos con una importancia del 14,7% (0,89 ha), seguido del Sistema forestal productor (FPD) perteneciente al grupo de plantaciones forestales con un terreno ocupado de 0,53 Ha y una representatividad del 8,7% y posterior a este del área cuyo uso actual corresponde a la Infraestructura de Transporte con una importancia del 5,8% (0,35 Ha). Los usos actuales restantes identificados dentro del AI tienen una representatividad inferior al 5%

**Gráfica 5-7. Representatividad del Uso actual del suelo en el área de influencia**

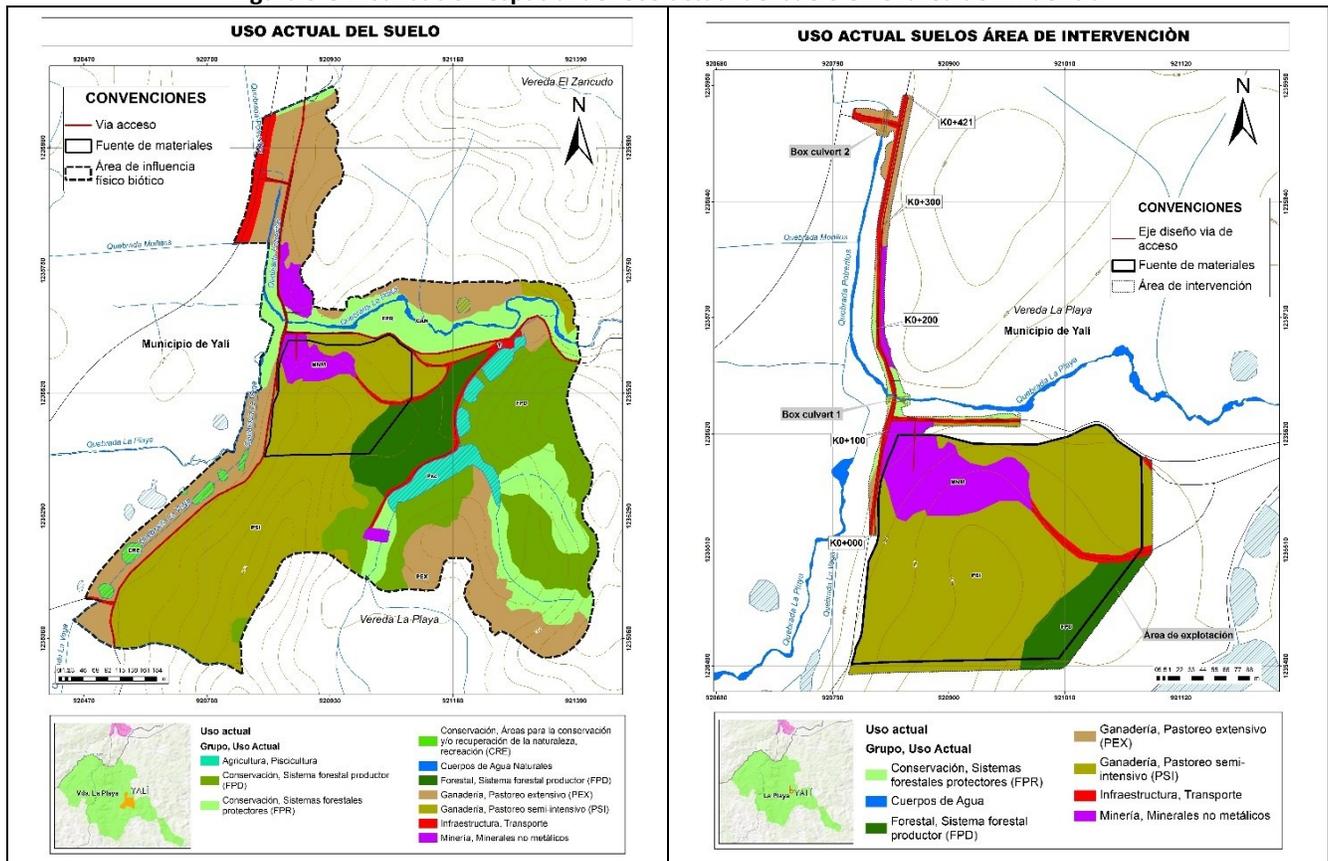


**USO ACTUAL DEL SUELO AI**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Figura 5-8 Distribución espacial del Uso actual del suelo en el área de influencia**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### 5.1.4.4 Conflictos de uso del suelo

La determinación de los niveles de conflicto de uso del suelo se fundamenta en la confrontación simultánea de las temáticas definidas como uso actual versus el uso potencial, determinando así, en mayor o menor grado la discrepancia entre el aprovechamiento actual de las tierras y la oferta edáfica estimada.

Tabla 5-10. Conflicto de uso del suelo

| CONFLICTO                                   | SÍMBOLO | AIFB         |               | AI          |               |
|---|---------|--------------|---------------|-------------|---------------|
|   |         | AREA (ha)    | %             | AREA (ha)   | %             |
| Por sobreutilización severa                 | O3      | 0,33         | 0,7%          | -           | -             |
| Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado | A       | 26,84        | 55,4%         | 1,95        | 32,2%         |
| Por sobreutilización moderada               | O2      | 14,29        | 29,5%         | 3,99        | 65,9%         |
| Por subutilización severa                   | S3      | 7,01         | 14,5%         | 0,12        | 1,9%          |
| <b>TOTAL</b>                                |         | <b>48,47</b> | <b>100,0%</b> | <b>6,06</b> | <b>100,0%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Tal y como lo muestra la Gráfica 5-8 en el AIFB el 55,4% del territorio, lo que corresponde a 26,84 Ha se encuentra delimitado en Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado, mientras que el 29,5% (14,29 Ha) se encuentra en terrenos con conflicto de uso Por sobreutilización moderada, de otra parte el 14,5% (7,01 Ha) presenta un conflicto de uso Por subutilización severa y solo el 0,7% (0.33 HA) presenta conflicto de uso Por sobreutilización severa.

De otra parte, en el AI el 65,9% del territorio, específicamente 3,99 Ha se encuentra catalogado dentro de una zona con conflicto Por sobreutilización moderada asociada con actividades económicas propias del pastoreo extensivo; mientras que las Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado, tienen una representatividad del 32,2% (1,95 Ha) y finalmente en áreas cuyo conflicto se da Por subutilización severa se enmarcan un total de 0,12 Ha (1,9%) y ase asocia igualmente a la existencia de sistemas forestales protectores.

Gráfica 5-8. Representatividad del Conflicto de uso del suelo en el área de influencia

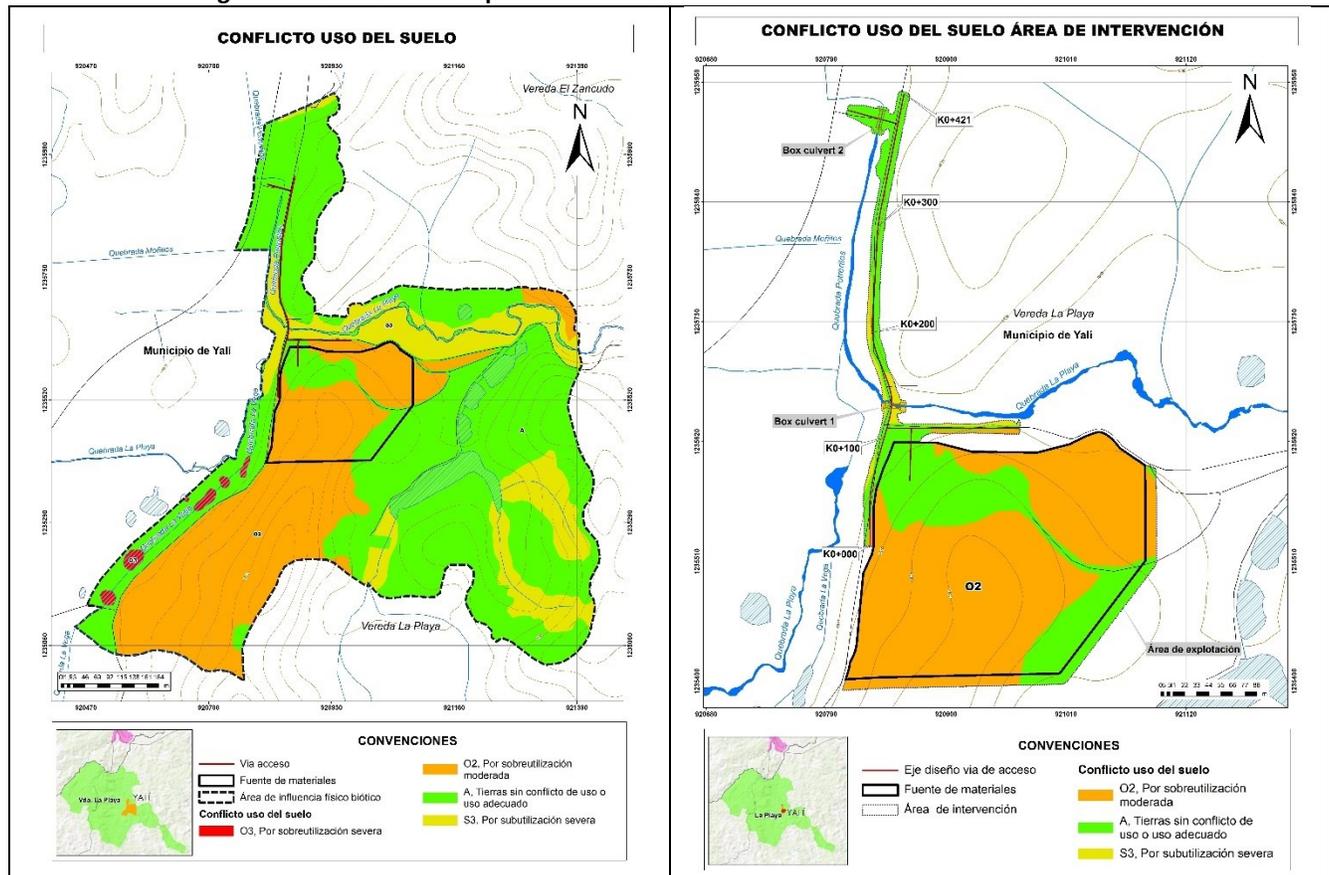


### CONFLICTO DE USO DEL SUELO AI



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Figura 5-9. Distribución espacial del Conflicto de uso del suelo en el área de influencia



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 5.1.5 Hidrología

#### ➤ Área hidrográfica Magdalena – Cauca (COD:2)

La red hidrográfica Magdalena Cauca, comprende un área total de 271.193 km<sup>2</sup>, y se localiza en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle del Cauca.

Los ríos Magdalena y Cauca hacen parte del sistema fluvial de mayor caudal y extensión de la vertiente del Caribe, Así mismo El Río Magdalena es uno de los de mayor extensión, con aproximadamente 1.550 km de longitud, desde su nacimiento a 3.600 msnm sobre la cordillera, hasta su desembocadura en el mar Caribe, El Río Cauca, el principal afluente del Magdalena, tiene una extensión aproximada de 1.015 km.

#### ➤ Zona Hidrográfica Medio Magdalena (Región Magdalena – Medio) (COD: 23).

Recorre el valle que divide las cordilleras Central y Oriental, antes de llegar a la Depresión Momposina, lugar en donde se vuelve sinuoso y se expande por llanuras bajas llenando ciénagas, formando un amplio complejo de pantanos, manglares, caños y lagunas, y en donde se suman grandes ríos como el Cauca, San Jorge y Cesar.

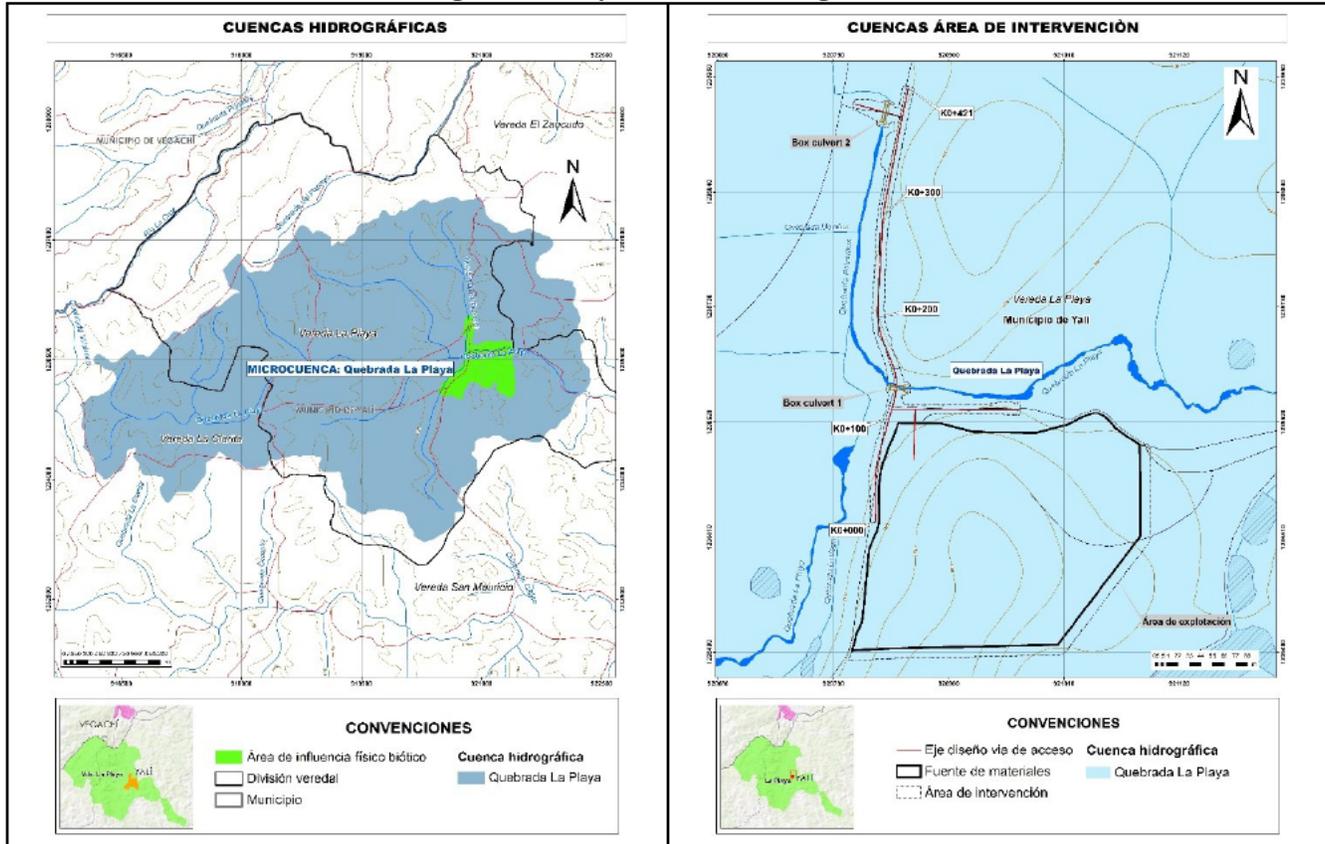
En dichos complejos, las condiciones como el aporte de nutrientes desde el mar y manglares, la escasa profundidad, la alta luminosidad y las altas temperaturas favorecen la productividad biológica, “siendo un lugar apto para el sustento y morada de aves migratorias, caimanes, tortugas, manatíes y nutrias” (Díaz Merlano, 2008).

La región del Magdalena Medio se encuentra localizada entre la jurisdicción del municipio de Honda (Tolima) y el municipio de El Banco (Magdalena), tiene una longitud de 542 km y cuenta con una pendiente media de 0,35 m/km, sus afluentes principales son los ríos Carare, Opón, Cimitarra, Sogamoso, Lebrija, La Miel, Guarinó, Cocorná, Gualí, Nare, Regla, Simití y Santos Gutiérrez. Dentro del área se encuentran ciudades como Tunja (Boyacá), Bucaramanga (Santander), Barrancabermeja (Santander), Puerto Wilches (Santander), Puerto Berrío (Antioquia) y Puerto Boyacá (Boyacá). A continuación, en la Figura 5-10 se muestra el esquema de ubicación de las fuentes de los cuerpos bajo estudio con respecto a el general de la cuenca del río Magdalena y de la cuenca del medio Magdalena.

#### ✚ Caracterización morfométrica

Se consideró para el análisis hidrológico la microcuenca de la Quebrada La Playa, en donde se ubica el área del proyecto, cuya red hidrográfica vierte sus aguas de una manera natural, estos caudales suelen ser continuos o intermitentes, que confluyen hacia red hidrográfica mayor (ANLA, 2016). Esta información se detalla en el mapa **ARM-DIA-013**.

**Figura 5-10 Mapa de cuencas hidrográficas**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 5.1.6 Calidad del agua

#### Caracterización de las variables medidas In Situ

En la **Tabla 5-11** se indican los resultados obtenidos en campo para las variables, conductividad, oxígeno disuelto, pH, temperatura ambiente, sólidos disueltos totales y la temperatura del agua, para cuerpos de agua loticos.

**Tabla 5-11 Resultado de las variables In Situ en cuerpos loticos**

| Punto                | Conductividad | Oxígeno disuelto | pH      | Temperatura Ambiente | Sólidos Disueltos Totales | Temperatura del Agua | Fecha  |
|----------------------|---------------|------------------|---------|----------------------|---------------------------|----------------------|--------|
|                      | µ/cm          | mg/L             | Und. pH | °C                   | mg/L                      | °C                   |        |
| <b>2018</b>          |               |                  |         |                      |                           |                      |        |
| 1- Quebrada La playa | 77,6          | 6,09             | 6,47    | 29,5                 | 15,0                      | 26,6                 | 31-ene |
| <b>2019</b>          |               |                  |         |                      |                           |                      |        |
| MN-34 - In-situ 2    | 60,0          | -                | 7,01    | -                    | 50                        | 30,30                | 06-nov |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

En la Tabla 5-12 se presentan los resultados obtenidos en la etapa de campo para las variables, conductividad, oxígeno disuelto, pH, temperatura ambiente, sólidos disueltos totales y la temperatura del agua, para cuerpos de agua lenticos.

**Tabla 5-12 Resultado de las variables In Situ en cuerpos lenticos**

| Punto                    | Conductividad | Oxígeno disuelto | pH      | Temperatura Ambiente | Sólidos Disueltos Totales | Temperatura del Agua | Fecha  |
|--------------------------|---------------|------------------|---------|----------------------|---------------------------|----------------------|--------|
|                          | μ/cm          | mg/L             | Und. pH | °C                   | mg/L                      | °C                   |        |
| <b>2019</b>              |               |                  |         |                      |                           |                      |        |
| MN-35 - In-situ peces    | 73,3          | -                | 8,08    | -                    | 261,7                     | 28,60                | 07-nov |
| MN-37 - In situ tanque 1 | 110,0         | -                | 5,66    | -                    | 100,0                     | 23,30                | 16-nov |
| MN-38 - In situ tanque   | 100,0         | -                | 5,78    | -                    | 61,7                      | 23,80                | 16-nov |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### Caracterización fisicoquímica y microbiológicas

En la Tabla 5-13 se presentan los resultados obtenidos de las variables fisicoquímicas y microbiológicas evaluadas en el punto de muestreo de la Quebrada La Playa y su respectiva comparación con los criterios establecidos en el decreto 1076 de 2015.

**Tabla 5-13 Resultados de las variables fisicoquímicas y microbiológicas**

| Variable   | unidades                                | Punto 1 Quebrada La Playa | Cumplimiento Decreto 1076 de 2015 |     |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|-----|
|  |   |                           | SI                                | NO  |
| Alcalinidad total  | mg CaCO <sub>3</sub> /L                 | 13,5                      | N.A                               | N.A |
| Cloruros   | mg Cl-/L                                | < 2,0                     | X                                 |     |
| Ortofosfatos   | mg P - PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /L | < 0,03                    | N.A                               | N.A |
| Nitratos   | mg NO <sub>3</sub> - N/L                | 0,1                       | X                                 |     |
| Nitritos   | mg NO <sub>2</sub> - N/L                | 0,005                     | X                                 |     |
| Nitrógeno amoniacal  | mg N/L                                  | < 0,5                     | N.A                               | N.A |
| Sulfatos   | mg SO <sub>4</sub> /L                   | < 5,0                     | X                                 |     |
| Fenoles totales  | mg Fenol/L                              | < 0,02                    | -                                 | -   |
| Tensoactivos - sustancias activas al azul de metileno (SAAM) | mg SAAM/L                               | < 0,27                    | X                                 |     |
| DQO  | mg O <sub>2</sub> /L                    | < 15                      | N.A                               | N.A |
| DBO <sub>5</sub>   | mg O <sub>2</sub> /L                    | < 2,0                     | N.A                               | N.A |
| Grasas y aceites   | mg/L                                    | < 6,3                     | X                                 |     |
| Sólidos sedimentables  | ml/L                                    | < 0,1                     | N.A                               | N.A |
| Sólidos totales  | mg/L                                    | 35                        | N.A                               | N.A |
| Sólidos suspendidos totales                                  | mg/L                                    | < 10,0                    | N.A                               | N.A |
| Hierro total   | mg Fe/L                                 | 1,93                      | X                                 |     |
| Cobre total  | mg Cu/L                                 | 0,01                      | X                                 |     |
| Plata total  | mg Ag/L                                 | < 0,01                    | X                                 |     |

| Variable                          | unidades   | Punto 1<br>Quebrada La<br>Playa | Cumplimiento<br>Decreto 1076 de<br>2015 |     |
|-----------------------------------|------------|---------------------------------|---|-----|
|                                   |            |                                 | SI                                      | NO  |
| Cadmio total                      | mg Cd/L    | < 0,005                         | X                                       |     |
| Cromo total                       | mg Cr /L   | < 0,05                          | X                                       |     |
| Plomo total                       | mg Pb/L    | < 0,05                          | X                                       |     |
| Zinc total                        | mg Zn/L    | 0,025                           | X                                       |     |
| Níquel total                      | mg Ni/L    | < 0,05                          | X                                       |     |
| Calcio total                      | mg Ca/L    | 3,72                            | N.A                                     | N.A |
| Magnesio total                    | mg Mg/L    | 0,55                            | N.A                                     | N.A |
| Sodio total                       | mg Na/L    | 1,96                            | N.A                                     | N.A |
| Potasio total                     | mg K/L     | 1,28                            | N.A                                     | N.A |
| Mercurio total                    | mg Hg/L    | < 0,0005                        | X                                       |     |
| Aluminio total                    | mg Al/L    | 0,26                            | X                                       |     |
| Bario total                       | mg Ba/L    | < 0,5                           | X                                       |     |
| Arsénico total                    | mg As/L    | < 0,0025                        | X                                       |     |
| Selenio total                     | mg Se/L    | < 0,0025                        | X                                       |     |
| Turbidez                          | NTU        | 11,8                            | -                                       |     |
| Sólidos disueltos totales         | mg/L       | 37,8                            | N.A                                     | N.A |
| Acidez total                      | mg CaCO3/L | 7,35                            | N.A                                     | N.A |
| Bicarbonato                       | mg CaCO3/L | 11,5                            | N.A                                     | N.A |
| Carbono orgánico total            | mg C/L     | < 2,00                          | N.A                                     | N.A |
| Fósforo orgánico                  | mg P/L     | < 0,0700                        | N.A                                     | N.A |
| Fósforo hidrolizable (inorgánico) | mg P/L     | < 0,0700                        | N.A                                     | N.A |
| Hidrocarburos totales (TPH)       | mg/L       | < 0,240                         | N.A                                     | N.A |
| Plaguicidas organoclorados        | mg/L       | < 0,00004                       | N.A                                     | N.A |
| Plaguicidas organofosforados      | mg/L       | < 0,0004                        | N.A                                     | N.A |
| Coliformes Totales                | NMP/100mL  | 22000                           |   | X   |
| Coliformes Fecales                | NMP/100mL  | 13000                           |   | X   |
| Huevos de helmintos               | H/L        | 30,500                          | N.A                                     | N.A |

N.A. No se establecen valores de referencia

Fuente: SIAMA LTDA.

### 5.1.6.1 Índices de calidad del agua

Para el área en estudio se calculó el índice de calidad de agua (WQI) desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (Canter, 1998), el cual es una herramienta metodológica para la determinación de la calidad del agua de los sistemas hídricos presentes en las áreas de influencia.

En la Tabla 5-14 se presenta la asignación de los valores de WQI para la fuente hídrica analizada de la Quebrada La Playa.

**Tabla 5-14 Índice de calidad de agua (WQI)**

| PUNTO DE MUESTREO | WQI   | RANGO | INTERPRETACIÓN | ÍNDICE DE CALIDAD - CONTAMINACIÓN |
|-------------------|-------|-------|----------------|-----------------------------------|
| 1                 | 49.06 | 26-50 | Mala           |                                   |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Según el resultado obtenido para el índice de calidad (WQI), se observó que presentan una calidad de agua mala.

#### 5.1.6.2 Índice de contaminación del agua (ICO)

Para el presente estudio también se calcularon los índices de contaminación (ICOs) con el propósito de complementar la información del estado de los cuerpos de agua presentes en el área. En la Tabla 5-15 Se observan los resultados de los diferentes índices para el punto monitoreado de la Quebrada La Playa.

**Tabla 5-15 Índice de contaminación del agua (ICO) y parámetros de calidad**

| PUNTO DE MUESTREO | CUERPO DE AGUA    | ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN  |         |        |        |
|-------------------|-------------------|--|---------|--------|--------|
|                   |                   | ICOMI  | ICOMO   | ICOSUS | ICOTRO |
| 1                 | Quebrada La Playa | 1  | 0.66642 | 0.01   | 0.14   |
| INDICACIÓN        |                   | Baja contaminación (Cercana a 0)<br>Alta contaminación (Cercana a 1) |         |        |        |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

En general el punto monitoreado registra valores de contaminación altos (ICOMI, ICOMO) y valores bajos (ICOSUS, ICOTRO).

El índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) presentó valores cercanos a 0, demostrando que el nivel de aporte por sedimentos en el sistema evaluado es bajo, respecto al índice (ICOTRO) resultó ser también bajo como consecuencia de valores pequeños en el parámetro de fosfatos totales.

Para el índice de contaminación (ICOMI) presenta un índice de contaminación alto, esto como consecuencia a la naturaleza del medio geológico presente en el área de estudio, mientras que para el índice (ICOMO) puede ser atribuido por la presencia de coliformes fecales o como consecuencia de actividades antrópicas en el área.

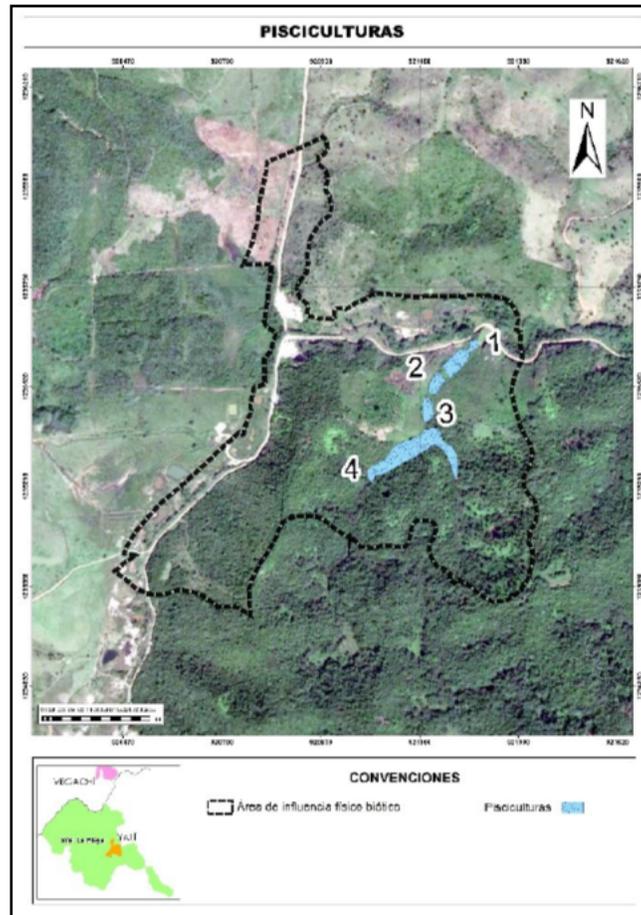
#### 5.1.7 Usos del agua

La identificación de los usuarios informales del recurso hídrico se realizó en jornadas de campo desarrolladas por el equipo de trabajo social y ambiental consultor Medio Natural S.A.S, como resultado de esta actividad se obtuvo el total de habitantes en las unidades residenciales, así como la infraestructura asociada a la prestación del servicio de abastecimiento de agua, ya que la demanda total se puede asociar a él cálculo de consumo per cápita entregado por el RAS en la literatura de Minvivienda, ver Figura 5-11.

**Tabla 5-16. Usuarios informales del recurso hídrico fuente de materiales El Diamante**

| Usuarios de recurso hídrico | ID | Coordenadas |            |
|-----------------------------|----|-------------|------------|
|                             |    | Este        | Norte      |
| Tanque cultivo de peces     | 1  | 921238,88   | 1235559,36 |
| Tanque cultivo de peces     | 2  | 921191,62   | 1235529,63 |
| Tanque cultivo de peces     | 3  | 921177,13   | 1235462,12 |
| Tanque cultivo de peces     | 4  | 921186,66   | 1235399,68 |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Figura 5-11. Usuarios informales del recurso hídrico fuente de materiales El Diamante**

**Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.**

### 5.1.8 Hidrogeología

Para contextualizar hidrogeológicamente el área en estudio, se tienen en cuenta las siguientes unidades, agrupadas con relación en su comportamiento hidrogeológico más probable según sus características litológicas como tipo de porosidad y permeabilidad, ver Tabla 5-17.

**Tabla 5-17 Clasificación hidrológica para el depósito y formaciones geológicas**

| Unidad Geológica                     | Clasificación | Unidad hidrogeológica | Composición litológica   | Características hidrogeológicas  |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------|--|--|
| Depósitos Aluviales (Qal)            | A4            | Acuífero              | Depósito aluvial de composición predominantemente arenosa.   | Acuífero libre, de limitada extensión areal, de baja a media importancia hidrogeológica.                 |
| Neis Feldespáticos y Aluminicos (nf) | B4            | Acuífardo             | constituida mineralógicamente por oligoclasa, cuarzo, biotita, sillimanita y feldespato potásico, con un predominio de las facies de grano fino y medio. | Roca metamórfica con características de porosidad secundaria, unidad hidrogeológica de baja importancia. |

|                           |    |           |  |  |
|---------------------------|----|-----------|--|--|
| Neis Cuarzobiotítico (nq) | B4 | Acuítardo | Su composición refleja un alto contenido de biotita, cuarzo, plagioclasa y en menor proporción otros minerales como anfíboles y trazas de grafito. | Roca metamórfica con características de porosidad secundaria, unidad hidrogeológica de baja importancia. |
|---------------------------|----|-----------|--|--|

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

A continuación, se presenta una tabla con la distribución espacial de las unidades hidrogeológicas en el área del proyecto, información que se encuentra detallada en el mapa ARM-DIA-020.

**Tabla 5-18 Unidades hidrogeológicas en el área de influencia**

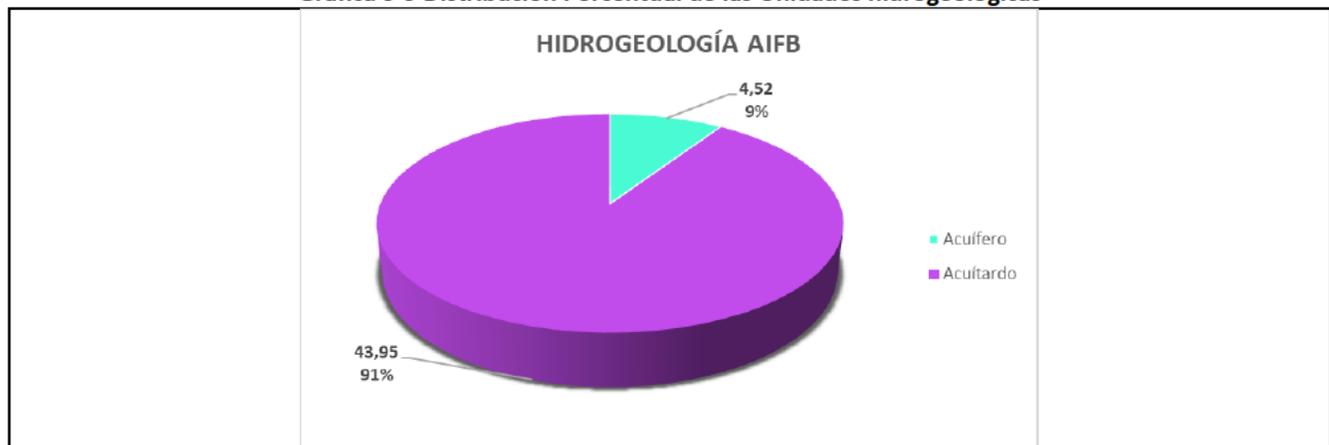
| HIDROGEOLOGÍA |         |            | AIFB         |               | AI          |               |
|---------------|---------|------------|--------------|---------------|-------------|---------------|
| NOMBRE        | SÍMBOLO | POROSIDAD  | Área (Ha)    | % Área        | Área (Ha)   | % Área        |
| Acuífero      | A4      | Primaria   | 4,52         | 9,3%          | 0,04        | 0,7%          |
| Acuítardo     | B4      | Secundaria | 43,95        | 90,7%         | 6,02        | 99,3%         |
| <b>TOTAL</b>  |         |            | <b>48,47</b> | <b>100,0%</b> | <b>6,06</b> | <b>100,0%</b> |

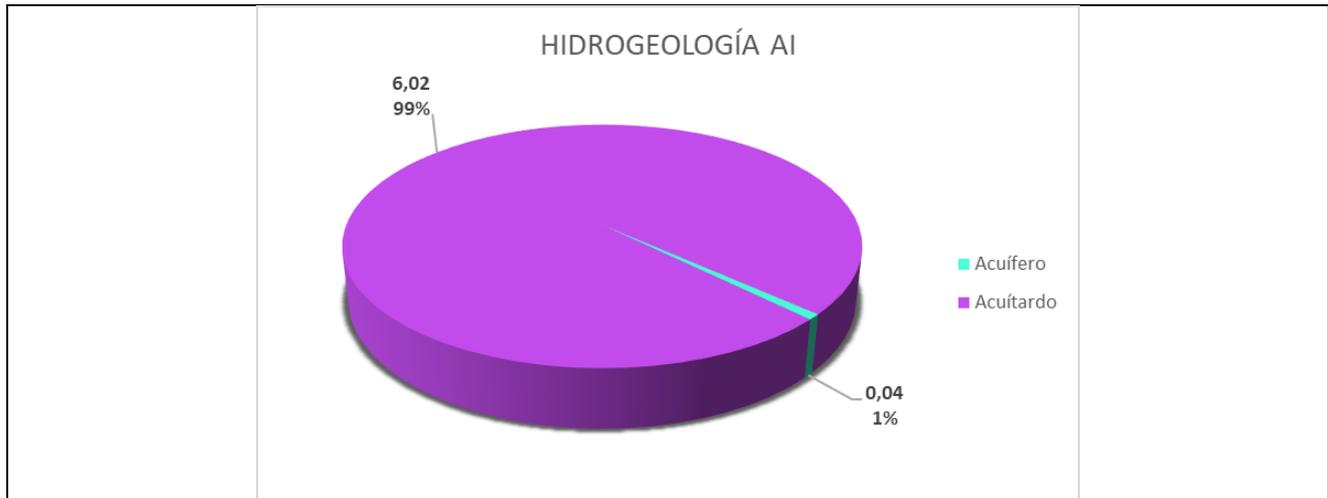
Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

Como se evidencia en las figuras anteriores, tanto para el área de influencia físico-biótica como para el área de intervención, la unidad hidrogeológica que mayor área representa es el Acuítardo – B4 con 43,95 Ha (90,7%) y 6,25 Ha (99,3%) respectivamente. Adicional a esto, la unidad hidrogeológica propia del acuífero – A4 tiene una representatividad del 9,3% lo que corresponde a 4,52 Ha del AIFB y 0,7% lo que corresponde a 0,04 Ha del AI.

Conforme lo anterior a continuación se presenta la Gráfica 5-9 que contiene las participaciones porcentuales de las unidades hidrogeológicas para el área del proyecto.

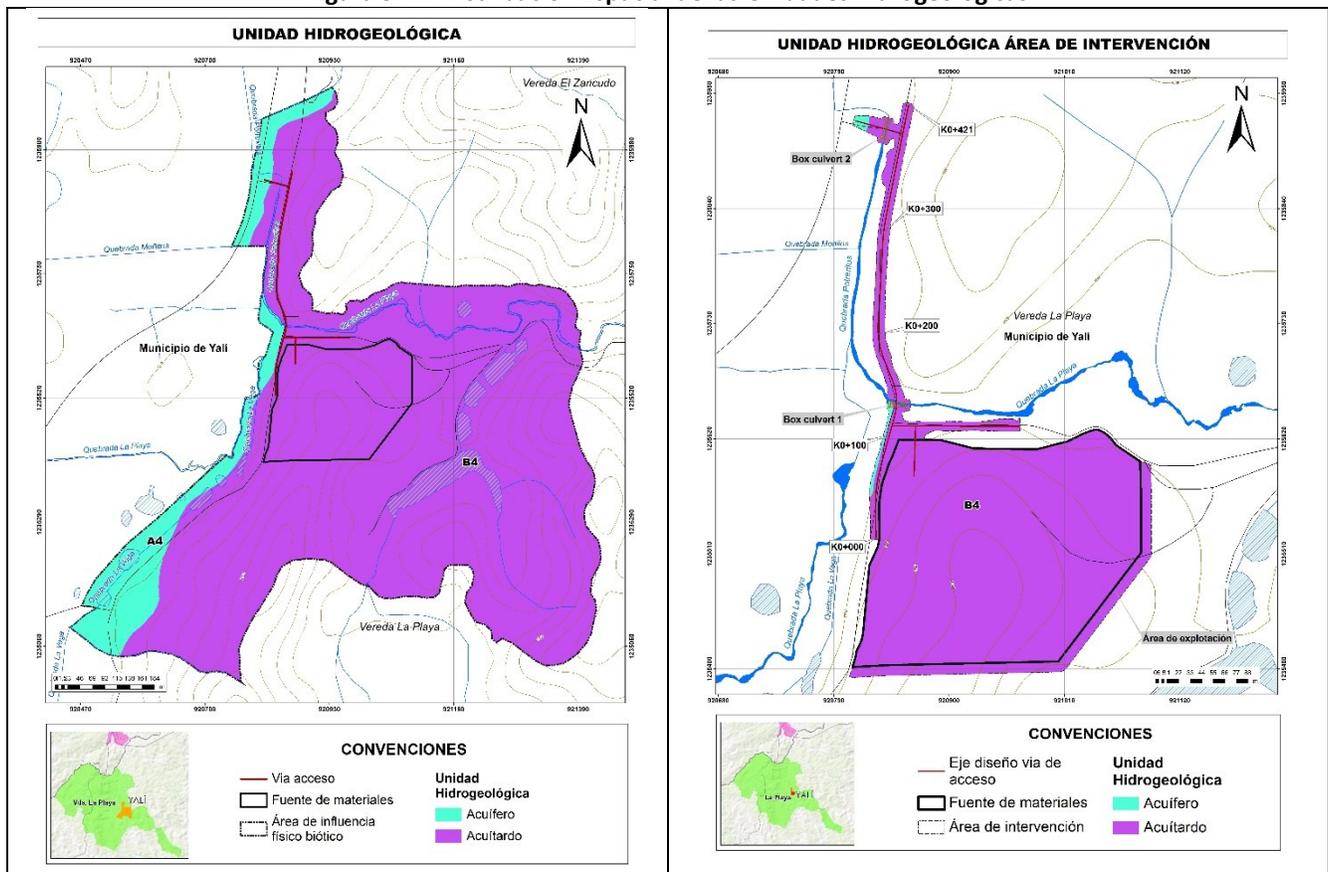
**Gráfica 5-9 Distribución Porcentual de las Unidades hidrogeológicas**





Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

**Figura 5-12. Distribución Espacial de las Unidades hidrogeológicas**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

## 5.1.9 Geotecnia

### 5.1.9.1 Zonificación Geotécnica

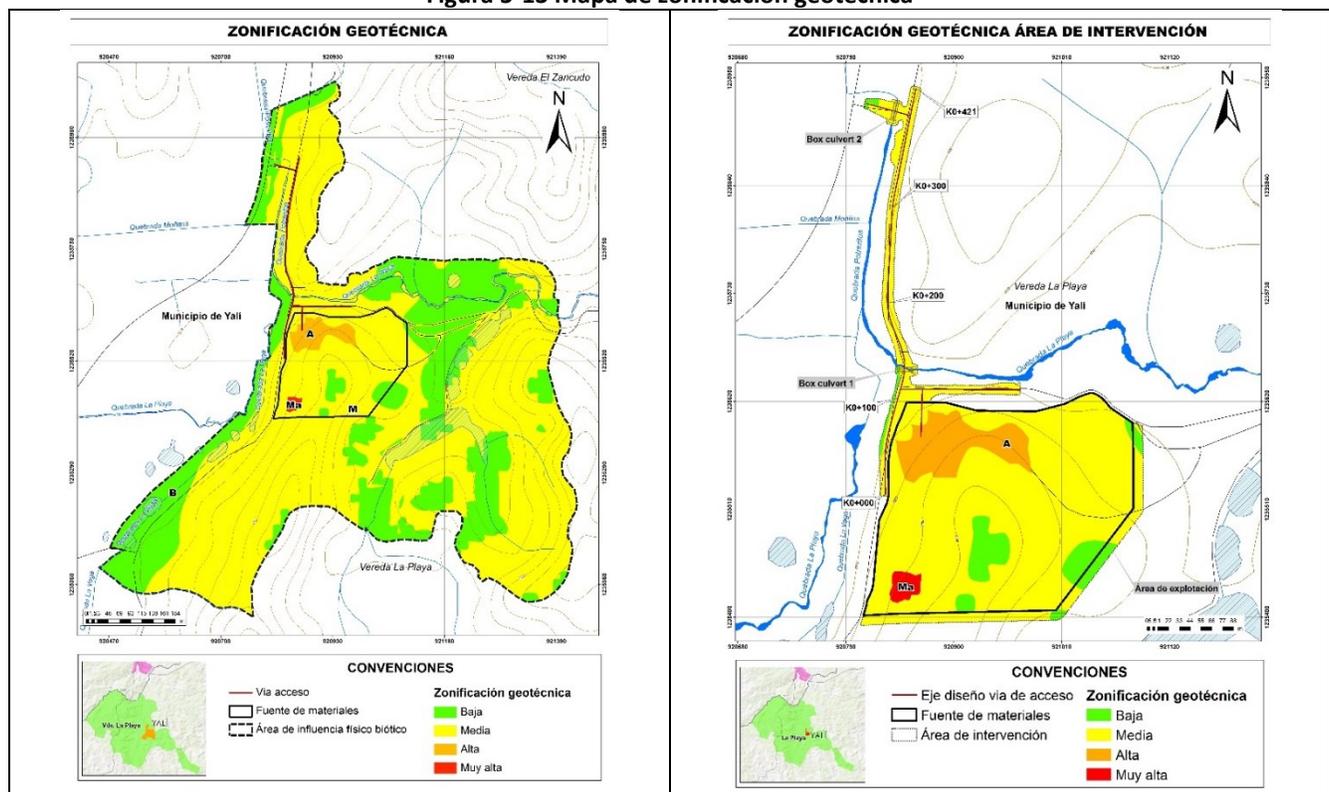
La zonificación geotécnica determina aquellas zonas con diferentes probabilidades de que sucedan procesos de erosión y/o inestabilidad en el terreno, así mismo muestra las diferentes interacciones de estabilidad que posee el área en estudio. Para la determinación de este parámetro es necesaria la interacción de las amenazas por precipitación y sismicidad, cuyas compilarían los dos (2) agentes detonantes geotécnicos principales, por ende, detonaría una tendencia generalizada a lo largo de las diferentes épocas del año.

En el análisis de los resultados se puede interpretar diferentes sucesos de inestabilidad y/o erosión consecuentemente con el tipo de geoforma, geología, cobertura y pendiente. Entre los aspectos a destacar existe la posibilidad de presentarse diferentes tipos de erosión o movimiento en masa, donde se evidencian inestabilidades geotécnicas altas, relacionadas a geoformas de tipo antrópico y denudacional, además de pendientes altas y con carencia de cobertura.

Otro escenario de importancia está asociado a un relieve más o menos plano con un suelo residual o por un depósito de materiales no consolidados, de coberturas variadas y geoformas de ambientes fluvial, con pendientes relativamente planas.

En el área de estudio se evidencian cuatro diferentes tipos de estabilidad geotécnica; muy alta, alta, media y baja, esta información se encuentra a detalle en el mapa **ARM-DIA-008** y se puede ver en la **Figura 5-13**.

**Figura 5-13 Mapa de zonificación geotécnica**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Tabla 5-19 Zonificación Geotécnica**

| UNIDADES                         | SÍMBOLO | AIFB         |             | AI          |             |
|----------------------------------|---------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                                  |         | Área (Ha)    | % Área      | Área (Ha)   | % Área      |
| Zonificación Geotécnica Baja     | B       | 13,57        | 28,0%       | 0,47        | 7,7%        |
| Zonificación Geotécnica Media    | M       | 34,26        | 70,7%       | 4,96        | 81,7%       |
| Zonificación Geotécnica Alta     | A       | 0,56         | 1,2%        | 0,56        | 9,3%        |
| Zonificación Geotécnica Muy Alta | Ma      | 0,08         | 0,2%        | 0,08        | 1,3%        |
| <b>TOTAL</b>                     |         | <b>48,47</b> | <b>100%</b> | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

## 5.1.10 Atmósfera

### 5.1.10.1 Zonificación climática

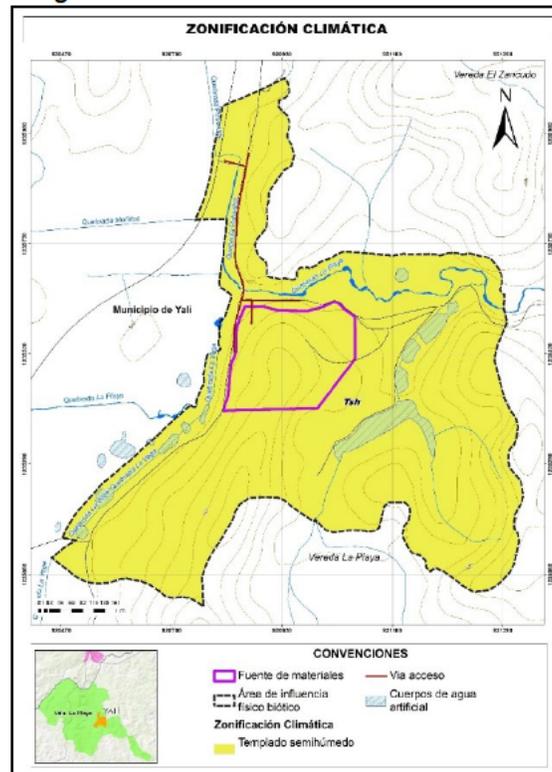
A partir de la realización de la clasificación climática según la metodología Caldas Lang para el área de estudio como se muestra en la siguiente tabla, la información así mismo se detalla en el mapa ARM-DIA-021.

**Tabla 5-20. Zonificación climática caldas lang**

| Piso térmico | Provincia       | Rango altura | Rango temperatura | Rango precipitación | Zonificación climática | Símbolo | Área (ha) | % Área influencia |
|--------------|-----------------|--------------|-------------------|---------------------|------------------------|---------|-----------|-------------------|
| Templado (T) | Semihúmedo (SH) | 1000 - 1110  | 22,2-22,5         | 2060-2090           | Templado semihúmedo    | Tsh     | 48,467    | 100%              |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Figura 5-14 Zonificación climática El diamante**



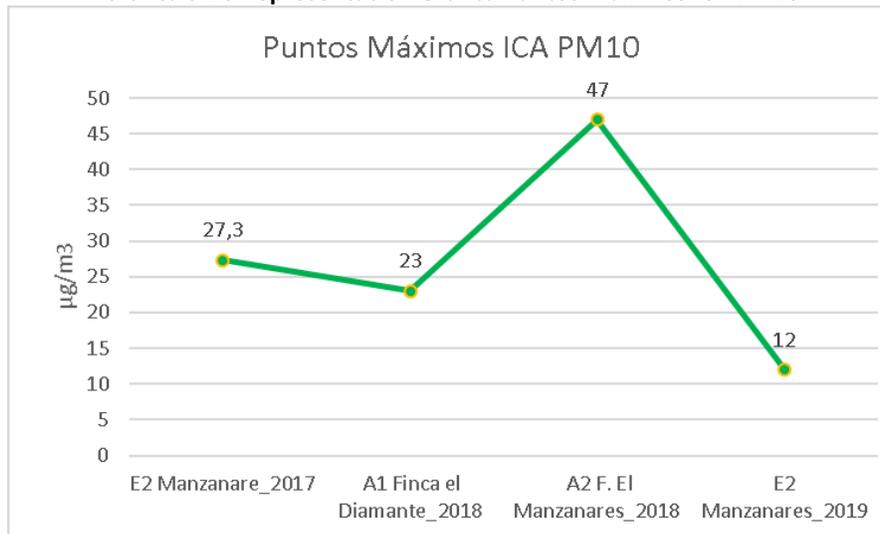
Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 5.1.10.2 Calidad del aire

#### ➤ ICA PM10

En la **Gráfica 5-10**, se muestra el índice multitemporal de calidad de aire acumulado para el material Particulado menor a 10 micras, el cual es representado en los valores máximos obtenidos en cada uno de los monitoreos, esto se calculó a partir de la concentración promedio de los muestreos. Los resultados para el 2017 es de 27,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , para el 2018 en la Finca El Diamante 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y para la Finca Manzanares de 47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y para el 2019 de 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , esto indica que en la zona de estudio la calidad del aire tiene un índice **“BUENO”**, ya que las concentraciones obtenidas en los monitoreos para todos los días de muestreo se reportaron valores ICA por debajo de 50. El valor más elevado a pesar de no superar el límite máximo permisible se identificó en el 2018.

**Gráfica 5-10 Representación Gráfica Puntos Máximos ICA PM10**

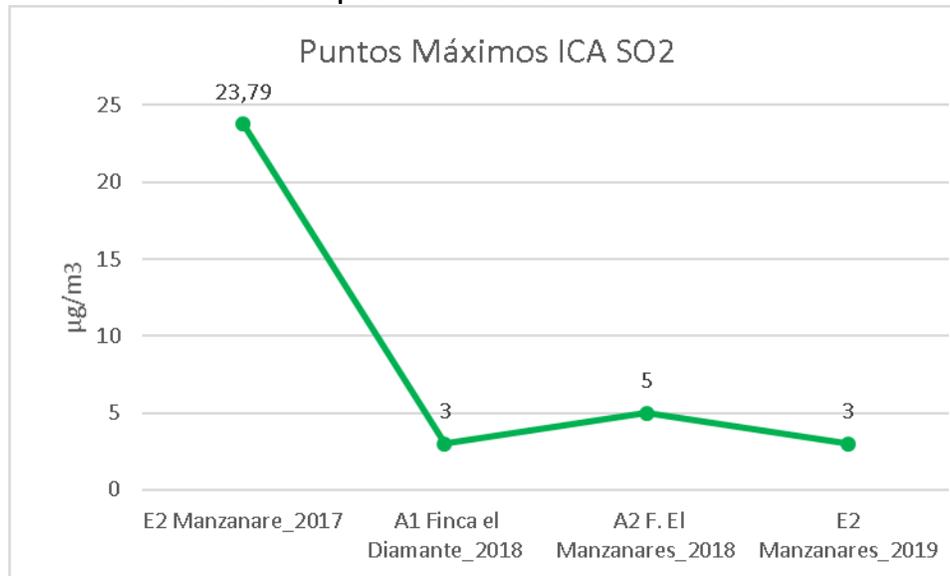


Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

#### ➤ ICA SO<sub>2</sub>

En la **Gráfica 5-11** se muestra el índice multitemporal de calidad de aire acumulado para el SO<sub>2</sub>, el cual es representado en los valores máximos obtenidos en cada uno de los monitoreos, esto se calculó a partir de la concentración promedio de los muestreos. El resultado máximo registrado se dio en el año 2017 con 23,79  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que para el 2018 se registraron en la finca El diamante 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y en la Finca Manzanares 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y finalmente para el 2019 el valor obtenido fue de <3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , esto indica que en la zona de estudio la calidad del aire tiene un índice **“BUENO”** para SO<sub>2</sub>, ya que las concentraciones obtenidas en los tres periodos para todos los días de muestreo reportaron valores ICA por debajo de 50. El valor más elevado a pesar de no superar el límite máximo permisible se identificó en el 2017 y disminuye considerablemente en el 2018 y 2019.

**Gráfica 5-11 Representación Gráfica Puntos Máximos SO<sub>2</sub>**



Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

#### ➤ ICA CO

Este cálculo solo se obtuvo para el monitoreo realizado en el 2019 presentado un valor máximo  $<1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , esto indica que en la zona de estudio la calidad del aire tiene un índice **“BUENO”**, ya que las concentraciones obtenidas en el monitoreo para todos los días de muestreo se reportaron valores ICA por debajo de 50. En los informes entregado por los respectivos laboratorios no registran resultados para el 2017 y 2018.

#### ✚ Conclusiones:

- Los resultados de las concentraciones en las estaciones de calidad del aire dentro del área de influencia físico-biótica no tienen consecuencias directas ni indirectas sobre la salud humana de la población circundante, ya que en su totalidad se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles por la normatividad ambiental vigente colombiana.
- Con relación a las concentraciones de material particulado PM<sub>10</sub> y los valores determinados en la campaña de monitoreo, cumplen con el límite máximo diario establecido por la Resolución 2254 de 2017, de  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, presentando bajas concentraciones, por lo cual se ubican dentro de la categoría de muy buena y buena calidad del aire, lo cual se relaciona directamente con la baja intensidad de operación entorno al proyecto, a causa del cese de actividades.
- De los valores obtenidos para gases como NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, se puede afirmar que las concentraciones detectadas en el área de estudio no inciden significativamente en la calidad del aire, debido a las pocas fuentes de emisión para estos contaminantes. Es importante aclarar que en su totalidad las concentraciones determinadas para SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método, lo que indica que las concentraciones poseen valores inferiores a los que pudiesen ser determinados en este estudio.

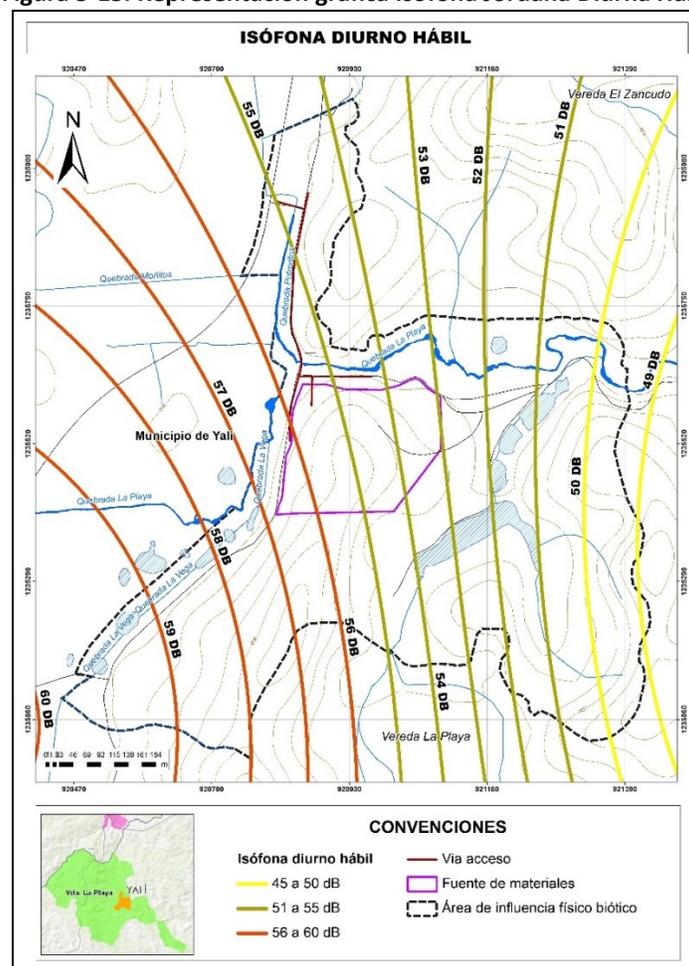
- El parámetro de CO en los monitoreos del 2019, presentan condiciones de 1.044,89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , cumpliendo con lo establecido por el límite de la normativa aplicable de 35.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , relacionando que las actividades relacionadas a procesos de combustión de tipo industrial, por parte de la comunidad y flujo vehicular de las zonas evaluadas, no afectan la calidad del aire en el área de estudio

### 5.1.10.3 Ruido

#### ➤ Análisis Isófono Jordana Diurna Hábil

Como es posible evidenciar en la **Figura 5-15** se contextualiza el comportamiento del ruido ambiental en la zona de estudio, los decibeles de ruido crecen de nororiente a sur occidente, los valores son relativamente bajos y homogéneos presentando 3 intervalos el primero de 5 dB y el segundo y tercer intervalo de 4 dB, la mayor parte del área de influencia se encuentra entre 49 y 59 dB. La fuente de materiales el diamante quedo entre 53 y 56 dB, esto debido a que cerca de la zona existe el paso de vehículos a otras obras, ruido natural, ruido de fauna entre otros. En cuanto a los límites establecidos para sector C, no se presentan valores que sobrepasen los límites permisibles.

**Figura 5-15. Representación gráfica Isófono Jordana Diurna Hábil**



Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.



- Para el horario diurno se evidencia que todos los puntos monitoreados se registraron valores menores al límite permisible establecido en 80 dB para este horario según lo establece la resolución 627 de 2006. En relación con las fuentes de ruido se percibieron los sonidos emitidos por la fauna local compuesta por aves e insectos de la zona y por el tránsito de algunas motocicletas y vehículos.
- El punto con mayor nivel de ruido ambiental en día no hábil fue en la campaña de monitoreo de 2017 registrando un valor de 61,4 dB a pesar de esto se encuentra cumpliendo con el límite máximo permisible establecido en la Resolución 627 de 2006 para el Sector C (70 dBA), siendo la principal fuente de ruido la fauna local de la zona de estudio.
- El punto con mayor nivel de ruido ambiental en día hábil fue en la campaña de monitoreo de 2019 registrando un valor de 63,6 dB esto debido a ruido Natural, ruido de Fauna, ruido desde la Zona habitada y Circulación de vehículos a pesar de esto se encuentra cumpliendo con el límite máximo permisible establecido en la Resolución 627 de 2006 para el Sector C (70 dBA), siendo la principal fuente de ruido la fauna local de la zona de estudio.

## 5.2 MEDIO BIÓTICO

### 5.2.1 Ecosistemas Terrestres

#### ✚ Flora

#### ➤ Ecosistemas en el área de influencia.

Dentro de la Tabla 5-21, se registran los ecosistemas presentes en el área de influencia de la cantera el diamante, donde el ecosistema más importante para la zona es: Pastos enmalezados del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas con el 29,5% del total; por otra parte, el ecosistema natural más importante es: Vegetación secundaria o en transición del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas con un 16,8%. En la Figura 5-17, se observa la distribución de los ecosistemas en el área de influencia.

**Tabla 5-21. Ecosistemas en el área de influencia para la cantera el Diamante.**

| ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA      |                                    |   |           |              |             |
|--|------------------------------------|---|-----------|--------------|-------------|
| GRAN BIOMA                             | BIOMA                              | NOMBRE  | NOMENCLAT | ÁREA (ha)    | %           |
| Orobioma del Zonobioma Humedo Tropical | Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas              | OSNS-314  | 7,01         | 14,5%       |
|  |                                    | Cuerpos de agua artificiales del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas               | OSNS-514  | 1,71         | 3,5%        |
|  |                                    | Pastos enmalezados del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                         | OSNS-233  | 14,29        | 29,5%       |
|  |                                    | Pastos limpios del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                             | OSNS-231  | 10,79        | 22,3%       |
|  |                                    | Plantación forestal del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                        | OSNS-315  | 2,69         | 5,6%        |
|  |                                    | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | OSNS-122  | 1,99         | 4,1%        |
|  |                                    | Ríos del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                                       | OSNS-511  | 0,35         | 0,7%        |
|  |                                    | Vegetación secundaria o en transición del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas      | OSNS-323  | 8,16         | 16,8%       |
|  |                                    | Zonas de extracción minera del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                 | OSNS-131  | 1,47         | 3,0%        |
| <b>TOTAL</b>                           |                                    |   |           | <b>48,47</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

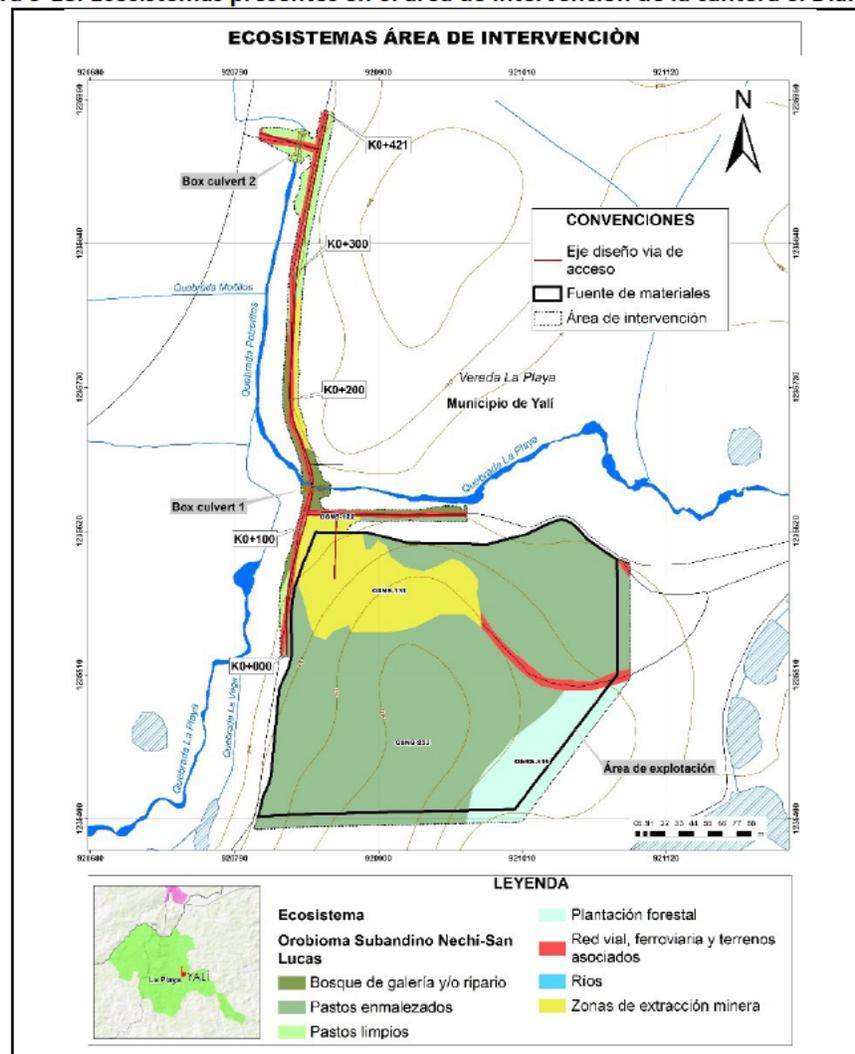


**Tabla 5-22. Ecosistemas en el área de intervención para la cantera el Diamante.**

| ÁREA DE INTERVENCIÓN                   |                                    |   |           |             |             |
|--|------------------------------------|---|-----------|-------------|-------------|
| GRAN BIOMA                             | BIOMA                              | NOMBRE  | NOMENCLAT | ÁREA (ha)   | %           |
| Orobioma del Zonobioma Humedo Tropical | Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas              | OSNS-314  | 0,12        | 1,9%        |
|  |                                    | Pastos enmalezados del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                         | OSNS-233  | 3,99        | 65,9%       |
|  |                                    | Pastos limpios del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                             | OSNS-231  | 0,18        | 3,0%        |
|  |                                    | Plantación forestal del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                        | OSNS-315  | 0,53        | 8,7%        |
|  |                                    | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | OSNS-122  | 0,35        | 5,8%        |
|  |                                    | Ríos del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                                       | OSNS-511  | 0,00        | 0,1%        |
|  |                                    | Zonas de extracción minera del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                 | OSNS-131  | 0,89        | 14,7%       |
| <b>TOTAL</b>                           |                                    |   |           | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Figura 5-18. Ecosistemas presentes en el área de intervención de la cantera el Diamante.**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

## ✚ Coberturas

Las coberturas se determinaron a partir de una imagen satelital reciente del área de influencia de la cantera, en cada una de estas, se delimitaron polígonos con patrones similares, y a partir de herramientas de interpretación de imágenes y de la descripciones de coberturas por parte de la Corine land Cover, se determinaron los nombres que le correspondía a cada polígono; por otra parte, se utilizaron mapas de coberturas de estas áreas para el trabajo en la zona y a partir de la experiencia visual en campo de cada profesional, se ajustó la interpretación de las coberturas realizada en oficina.

### ➤ Coberturas presentes en el área de influencia.

Dentro de la **Tabla 5-23**, se registran las coberturas presentes en el área de influencia de la cantera el diamante, donde la cobertura más importante para la zona es: Pastos enmalezados con el 29,5% del total; por otra parte, la cobertura natural más importante es: Vegetación secundaria o en transición con un 16,8%. En la **Figura 5-19**, se observa la distribución de las coberturas en el área de influencia.

**Tabla 5-23. Coberturas en el área de influencia para la cantera el Diamante.**

| ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA |  |  |             |              |               |
|-----------------------------------|--|--|-------------|--------------|---------------|
| NIVEL 1                           | NIVEL 2  | NIVEL 3                                    | COD. Corine | ÁREA (ha)    | %             |
| Bosques y Áreas Seminaturales     | Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva              | Vegetación secundaria o en transición      | 323         | 8,16         | 16,8%         |
|                                   |  | Bosque de galería y/o ripario              | 314         | 7,01         | 14,5%         |
|                                   | Bosques  | Plantación forestal                        | 315         | 2,69         | 5,6%          |
| Superficies de Agua               | Aguas continentales                                      | Cuerpos de agua artificiales               | 514         | 1,71         | 3,5%          |
|                                   |  | Ríos                                       | 511         | 0,35         | 0,7%          |
| Territorios Agrícolas             | Pastos   | Pastos enmalezados                         | 233         | 14,29        | 29,5%         |
|                                   |  | Pastos limpios                             | 231         | 10,79        | 22,3%         |
| Territorios Artificializados      | Zonas de extracción minera y escombreras                 | Zonas de extracción minera                 | 131         | 1,47         | 3,0%          |
|                                   | Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 122         | 1,99         | 4,1%          |
| <b>TOTAL</b>                      |  |  |             | <b>48,47</b> | <b>100,0%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### ➤ Coberturas presentes en el área de intervención.

Dentro de la **Tabla 5-24**, se registran las coberturas presentes en el área de intervención de la cantera el diamante, donde la cobertura más importante para la zona es: Pastos enmalezados con el 66,8% del total; por otra parte, la cobertura natural más importante es: Bosque de galería y/o ripario con un 2%. En la **Figura 5-20**, se observa la distribución de las coberturas en el área de intervención.

**Tabla 5-24. Coberturas en el área de intervención para la cantera el Diamante.**

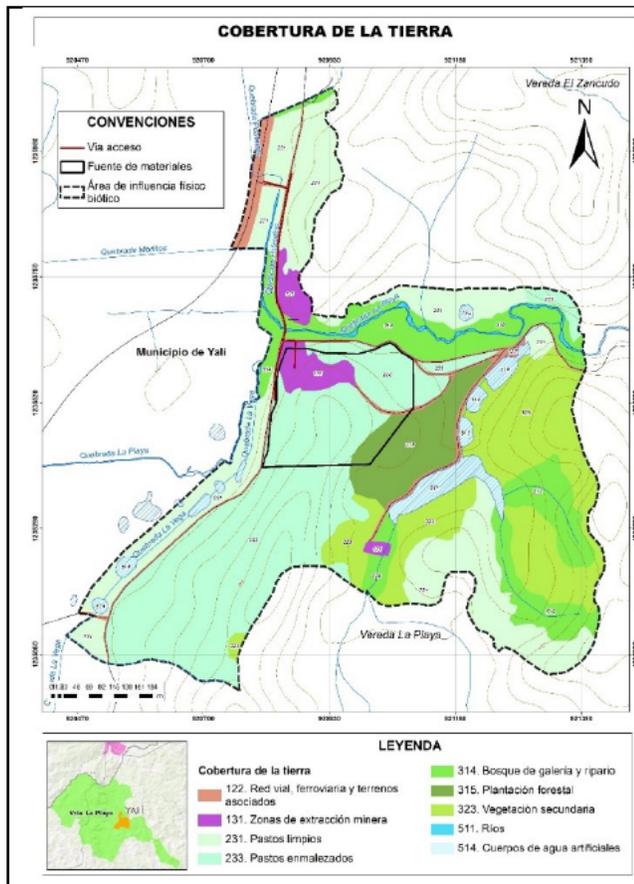
| ÁREA DE INTERVENCIÓN          |         |                               |             |           |      |
|-------------------------------|---------|-------------------------------|-------------|-----------|------|
| NIVEL 1                       | NIVEL 2 | NIVEL 3                       | COD. Corine | ÁREA (ha) | %    |
| Bosques y Áreas Seminaturales | Bosques | Bosque de galería y/o ripario | 314         | 0,12      | 1,9% |

**ÁREA DE INTERVENCIÓN**

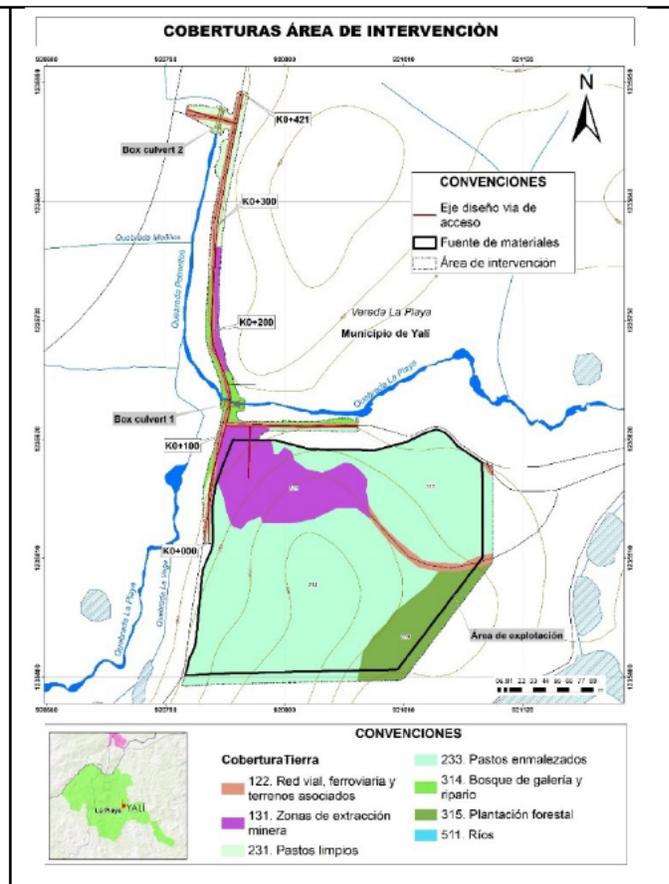
| NIVEL 1                      | NIVEL 2  | NIVEL 3                                    | COD. Corine | ÁREA (ha)   | %           |
|------------------------------|--|--|-------------|-------------|-------------|
|                              |  | Plantación forestal                        | 315         | 0,53        | 8,7%        |
| Superficies de Agua          | Aguas continentales                                      | Ríos                                       | 511         | 0,00        | 0,1%        |
| Territorios Agrícolas        | Pastos   | Pastos enmalezados                         | 233         | 3,99        | 65,9%       |
|                              |  | Pastos limpios                             | 231         | 0,18        | 3,0%        |
| Territorios Artificializados | Zonas de extracción minera y escombreras                 | Zonas de extracción minera                 | 131         | 0,89        | 14,7%       |
|                              | Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 122         | 0,35        | 5,8%        |
| <b>TOTAL</b>                 |  |  |             | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Figura 5-19. Coberturas presentes en el área de influencia de la cantera el Diamante.**



**Figura 5-20. Coberturas presentes en el área de intervención de la cantera el Diamante.**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### ✚ Vedas Nacionales Epifitas

Para la caracterización florística de las epifitas se utilizó el censo realizado para el levantamiento de veda en el área de intervención, además se tomó registros obtenidos en el área de influencia en las zonas donde se montaron las parcelas de flora arbórea.

#### ➤ Bosque de galería.

En la **Tabla 5-25**, se registra la composición de la epifitas presentes en proyecto, donde se reportan dos (2) especies, una vascular y la otra no vascular.

**Tabla 5-25. Composición florística de epifitas general del Bosque de galería.**

| Familias     | Nombre científico          | Nombre común | cm2    | Abundancia |
|--------------|----------------------------|--------------|--------|------------|
| BROMELIACEAE | <i>Bromelia karatas L.</i> | Bromelia     |        | 144        |
| PARMELIACEAE | <i>Parmotrema sp</i>       | Liquen       | 7261,8 |            |
| Total        |                            |              | 7261,8 | 144        |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### ➤ Pastos enmalezados.

Dentro de la **Tabla 5-26**, se registra la composición florística de las epifitas, donde solo se encontraron tres (3) especies de índole no vascular y no se presentaron especies vasculares.

**Tabla 5-26. Composición florística de epifitas general de los pastos enmalezados.**

| Familia        | Especie                     | Cobertura (cm2) |
|----------------|-----------------------------|-----------------|
| COENOGONIACEAE | <i>Coenogonium implexum</i> | 2080,96         |
| FRULLANIACEAE  | <i>Frullania sp</i>         | 7754,88         |
| PARMELIACEAE   | <i>Parmotrema sp</i>        | 2880,64         |
| Total          |                             | 12716,48        |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### ✚ Análisis de Fragmentación y Conectividad

#### ➤ Índices de área

La composición del paisaje se representa por el número de parches, tamaño, promedio del tamaño y desviación estándar de cada una de las clases de coberturas, de acuerdo al cálculo de índices de área, el mayor número de parches corresponde al Bosque de galería y/o ripario ocupando un área total entre la sumas de sus remanentes de 7,01 Ha, seguido de la Vegetación secundaria o en transición que ocupa la mayor área con 8,16 Ha, finalmente las Plantaciones forestales presentó un tamaño de área con una extensión de 2,69 ha, pero con menor número de parches respecto de las coberturas mencionadas. En estas coberturas, las especies en su interior pueden ser menos afectadas que el resto de las coberturas por el efecto borde (**Tabla 5-27**).

Por su parte, los parches de las coberturas plantación forestal y vegetación secundaria o en transición, son más vulnerables a los agentes externos y es más fuerte el efecto borde debido a su menor tamaño y superficie de la cobertura.

**Tabla 5-27. Índices de tamaño**

| COBERTURA                             | NOMENCLATURA | NUMERO DE PARCHES (NP) | TAMAÑO Ha (CA) | TAMAÑO PROMEDIO (MPS) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR (PSSD) |
|---------------------------------------|--------------|------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
| Bosque de galería y/o ripario         | 314          | 9                      | 7,01           | 0,78                  | 0,64                       |
| Plantación forestal                   | 315          | 1                      | 2,69           | 2,69                  | 0,00                       |
| Vegetación secundaria o en transición | 323          | 4                      | 8,16           | 2,04                  | 2,22                       |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Bosque de galería y/o ripario se presenta de forma continua en el territorio y su segmentación se encuentra asociada a los cuerpos hídricos superficiales tipo ríos y quebradas que aún permanecen en medio de áreas dedicadas a la ganadería y la minería principalmente. Por lo que, si bien esta cobertura exhibe a nivel de los resultados de las métricas una segmentación, dentro del área se observa como una cobertura continua.

Tomando en cuenta los anteriores resultados, el territorio evidencia marcados procesos de fragmentación asociados a actividades económicas que se desarrollan en el territorio, y tomando en cuenta que la fragmentación es un proceso dinámico que da como resultados cambios marcados en el patrón de un hábitat en un paisaje a través del tiempo, estos pueden estar marcados por modificaciones antrópicas.

### ➤ Índices de forma

Los índices de forma de los parches, calculados mediante la relación de área y perímetro de las clases evaluadas, presentaron un MSI mayor a 1, lo que significa que en los parches existe perturbación antrópica que ha deformado la configuración del parche, en las coberturas evaluadas la forma de los parches no es estándar, favoreciendo potencialmente a las especies de borde. El valor más alto de MSI para forma irregular de los parches, se presenta en el bosque de galería y/o ripario, esperado para este tipo de coberturas con parches delgados, más lineales por la configuración de los drenajes asociados, siendo más propensos a ser afectados por el medio, mientras que las áreas con mayor regularidad en la forma corresponden a las plantaciones forestales.

En cuanto a la dimensión fractal, las coberturas presentan formas más complejas siendo su valor mayor a 1, reflejando un grado de disturbio humano, que se destaca en el bosque de galería y/o ripario que presentó el mayor valor de dimensión fractal.

**Tabla 5-28. Índices de forma**

| COBERTURA                             | NOMENCLATURA | Media del Índice de forma ponderado AWMSI | Media del Índice de Forma MSI | Relación Perímetro-Área MPAR | Dimensión Fractal MPFD | Tamaño Ha CA |
|---------------------------------------|--------------|---|-------------------------------|------------------------------|------------------------|--------------|
| Bosque de galería y/o ripario         | 314          | -   | 2,20                          | 0,13                         | 1,48                   | 7,01         |
| Plantación forestal                   | 315          | 1,43                                      | 1,43                          | 0,03                         | 1,32                   | 2,69         |
| Vegetación secundaria o en transición | 323          | -   | 1,77                          | 0,07                         | 1,40                   | 8,16         |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.



### ➤ **Conectividad**

Dentro del estudio de la ecología del paisaje, se encuentran la comprensión de cómo los flujos de materia, energía e información se mueven a través del paisaje y de qué forma son condicionados por su estructura. Un caso específico dentro de estos flujos, relevante por su incidencia en la planificación ecológica del territorio, es el movimiento de especies vegetales y animales. La conectividad ha sido definida como la medida en que el paisaje impide o facilita dichos movimientos entre los elementos o manchas que lo componen (Taylor *et al.*, 1993).

Los movimientos de organismos entre elementos del paisaje pueden deberse a diferentes razones: movimientos locales asociados a su actividad diaria; movimientos de dispersión más amplios asociados a ciclos reproductivos; o movimientos migratorios (Forman, 1995; Jongman, 2004). Independientemente de la causa por la que el organismo se desplaza, su movimiento depende fundamentalmente de tres componentes (Taylor *et al.*, 2006): a) los patrones de comportamiento de las especies en sus movimientos; b) el tamaño y disposición espacial de las manchas en las que las especies desarrollan su ciclo de vida; y c) las características del espacio intersticial entre dichas manchas (matriz). Así, el termino corredor se ha planteado para definir un elemento del paisaje, en ocasiones diferenciable por su aspecto lineal, que por sus atributos espaciales y funciones ecológicas puede facilitar desde un punto estructural el movimiento de las especies entre dos o más manchas (Forman & Godron, 1986; Forman, 1995; Hilty *et al.*, 2006; Beier *et al.*, 2008).

En concordancia con lo anterior, el corredor es en sí mismo un concepto funcional, ya que depende del tipo de movimiento para el que se utilice: dispersión, migración, o paso (Bouwma *et al.*, 2006).

### ✚ **Fauna**

Para los muestreos de fauna realizados entre el 6 y 10 de abril de 2018, CORANTIOQUIA mediante Resolución 160-1801-82 del 11 de enero de 2018, otorgó a la Corporación para El Desarrollo Ambiental Colombiano-CORDEAM Permiso de Estudio de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales para el desarrollo del proyecto "*Formulación Documento para solicitar la inclusión de nuevas fuentes de materiales en el proyecto de infraestructura de transporte del Consorcio OHL Rio Magdalena, en jurisdicción del municipio de Yalí, Vía Vegachi Vereda Llano Grande, en el Departamento de Antioquia (Cantera El Diamante – Explotación Esquisto de Cuarzo y Gneis en un área aproximada de 11,5 ha) en jurisdicción del municipio de Yalí, departamento de Antioquia*". Debido a que esta información fue empleada en el presente documento, en el **Anexo 2-2** se presenta el permiso. Es de precisar que para la elaboración del presente documento (periodo comprendido entre 2019 y 2020) no se realizaron capturas, sino que la información existente fue procesada e incluida en este documento.

### ➤ **Herpetofauna**

Las especies de anfibios y reptiles atribuyen su permanencia en la zona de estudio a su amplia distribución, debido a que ocupan una gran variedad de zonas ecológicas, logrando habitar con éxito áreas abiertas, pastizales, zonas de cultivo, caminos, lotes, patios y basureros en regiones urbanas; por lo que se considera que la intervención antrópica realizada en el área circundante del proyecto no afecta su distribución. Sin embargo, la perturbación antrópica que se ha observado en el área evaluada ha ocasionado fuertes cambios en la cobertura vegetal, que, a su vez ha alterado la composición de especies de herpetos debido a la relación entre las especies,



la cobertura de dosel y el espesor de hojarasca. Esta razón puede ser quizá la explicación del por qué se reportó una baja riqueza de especies no generalistas.

Adicionalmente, cabe destacar que dentro de la agrupación de reptiles se reportaron dos especies con una alta categoría de amenaza, siendo incluidas en el listado CITES de Colombia, por lo que se hace necesario adelantar campañas de sensibilización para evitar su caza con fines comerciales. Para ello también se hace necesario la construcción de corredores biológicos en los bosques fragmentados, ya que estos asegurarían la movilidad especialmente de los individuos de Iguana iguana quien representa hábitos arborícolas.

De igual manera, durante la caracterización se contó con el reporte de *Dendrobates truncatus* especie Endémica de Colombia, la cual ha sido incluida en el listado del Apéndice II CITES, ya que era una especie popular en el comercio de mascotas, por lo tanto, podría verse amenazada si se levanta el estado CITES. Teniendo en cuenta estas observaciones, se hace importante trabajar por la permanencia de este anfibio (rana) en la zona de estudio.

### ➤ **Aves**

La avifauna fue el grupo taxonómico de mayor diversidad, lo cual se halla relacionado directamente con la gran riqueza de especies de aves que contempla Colombia; especialmente del orden Passeriformes, considerándose un elemento importante en la dinámica y conservación de los ecosistemas boscosos debido a sus funciones como controlador de poblaciones de insectos, dispersadores de semillas y polinizadores.

Las aves que por su capacidad de volar pueden trasladarse o migrar grandes distancias, y consiguen con el tiempo adaptarse de acuerdo a la oferta alimenticia a diferentes hábitats, podrían estar empleando la zona de estudio como un sitio de paso y alimentación, ya que cuenta con la presencia de diferentes microhábitats como bosques secundarios ribereños, múltiples áreas abiertas, bordes de camino y cultivos de arroz y algunos frutales, además de aprovechar el recurso hídrico presente en la zona el cual ofrece un establecimiento óptimo para las Aves asociadas a áreas inundadas y/o pantanosas como *Phimosus infuscatus*, *Vanellus chilensis*, *Tringa flavipes*, quienes en su totalidad se reportaron alrededor de las fuentes de agua presentes en las estaciones evaluadas, principalmente en áreas abiertas (pastos).

Por esta razón, es necesario que se vele por la preservación de estas zonas, pues este registro es significativo para indicar comunidades de aves típicas de áreas inundadas que necesitan condiciones hídricas y de humedad específicas. Sin embargo, cabe destacar que la historia natural de estas aves las asocia con la presencia de pastizales, prados y granjas, al igual que en cualquier paisaje urbano donde el sustrato predominante sea vegetación de pastos de corta altura (Santos, 2010), siendo definidas como especies muy adaptadas a la perturbación y específicamente en este caso, a la actividad antrópica registrada, ya que a pesar de que algunas aves puedan sobrevivir, en estos pastizales predomina el ave conocida como Garrapatero quien tiene alta capacidad de colonización (Conti *et al.*, 2010).

Por otra parte, teniendo en cuenta los gremios tróficos identificados en la zona de estudio se puede establecer que la gran mayoría de especies pertenecen principalmente a las agrupaciones insectívoras y frugívoras, lo demuestra que la disponibilidad de nichos en el área de influencia de la fuente de material “El Diamante” es alta, ofreciendo una gran variedad de recursos alimenticios a las especies de aves residentes, y aquellas especies que usan las zonas evaluadas como sitio de paso, para su descanso y/o alimentación.



La complejidad estructural del hábitat es uno de los principales factores ecológicos causantes de la alta diversidad de especies en las comunidades de aves tropicales. Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y con el incremento del número de estratos (Lentijo y Kattan, 2005); por lo que se puede interpretar que la transformación del paisaje en áreas abiertas, como los pastizales, presentan una mayor heterogeneidad de coberturas vegetales que los otros sectores, favoreciendo la permanencia de la mayoría de las especies de aves en estas zonas.

### ➤ **Mamíferos**

Uno de los problemas más significativos para los murciélagos en el área de estudio es la pérdida de refugios y de especies vegetales que hacen parte de su dieta, por tanto, una de las soluciones que puede mitigar el impacto negativo para la fauna Chiroptera del área en estudio es la plantación de especies importantes para su sobrevivencia. Tales especies pertenecen a las familias Piperaceae, Solanaceae, Moraceae y Cecropiaceae, como es el caso de *Carollia perspicillata* quien prefiere las piperáceas (Moreno y Roa, 2005), convirtiendo a estos murciélagos de la familia Phyllosomidae en potenciales dispersores de semillas de plantas pioneras, que pueden ayudar a regenerar áreas desprovistas de vegetación, permitiendo de esta manera la regeneración de los bosques cercanos a sus áreas de alimentación y descanso en la zona.

De acuerdo con las abundancias de especies encontradas en el estudio se evidencia alta perturbación sonora afectando la dinámica de algunos organismos; para lo correspondiente a mamíferos, las especies de quirópteros identificadas se denominan individuos de zonas perturbadas, los cuales se han adaptado fácilmente a la contaminación. Esta denominación concuerda con las preferencias de hábitat y bioindicación de la población reportada, ya que cada una de ellas relaciona su presencia con la familiarización de asentamientos humanos, soportando ambientes altamente modificados, como cuevas, túneles, puentes y lugares con cierto grado de intervención antrópica, y además de esto, se sustenta el predominio de la especie *Carollia perspicillata*, quien al habitar frecuentemente áreas perturbadas y zonas urbanas, muestran cierto tipo de beneficio en su establecimiento en el área de influencia del proyecto; destacando además su importancia ecológica en la dispersión de semillas.

Dentro de los gremios tróficos identificados, quienes presentaron las mayores abundancias fueron los frugívoros seguido por los omnívoros. Este dato es muy importante cuando se planean estrategias de conservación ya que la presencia de estas especies permite la dispersión de semillas y es uno de los procesos más destacados para estos ecosistemas, por consumir gran cantidad de frutos, especialmente en áreas degradadas (Felix, 2000).

La dominancia de la categoría trófica de los frugívoros indica la dependencia de la comunidad de murciélagos a la existencia de una cobertura boscosa o de rastrojos desarrollados lo que no coincide con la baja apariencia de estos en zonas con un aparente grado de conservación lo que sugiere un estudio más profundo en dichas zonas para conocer que está sucediendo (Muñoz et al., 1999).

Aún existe la posibilidad de que los relictos de bosque existente puedan soportar varias comunidades de fauna quiróptera, ya que las especies más representativas en cuanto a su gremio trófico, son aquellas de tipo generalista que pueden aprovechar tanto las hojas, los frutos y el néctar permitiéndoles adaptarse más fácil a un ecosistema, la dominancia de categorías como los frugívoros indican la dependencia de la comunidad de murciélagos a la existencia de una cobertura boscosa o de rastrojo desarrollado (Muñoz et al, 1999), además el sedentarismo de estas especies implica que el área de estudio puede ofrecer el recurso necesario, lo que sugiere que la zona aún puede brindar dichos recursos.



Algunas investigaciones afirman que los murciélagos son el grupo de mamíferos que más alarmantemente está declinando en todo el mundo y son el menos contemplado en programas de conservación (Navarro, 1990). Esto es evidente porque constantemente las cuevas y otros refugios son quemados, fumigados o destruidos de alguna u otra forma generando disminución poblacional. En consecuencia, estas mismas investigaciones señalan que las amenazas que afectan a los murciélagos son el desconocimiento y la escasez de información científica, el vandalismo, los mitos que los rodean han generado una concepción inadecuada – completamente inmerecida – dado su potencial ambiental.

Ahora bien, analizando los resultados durante el monitoreo de pequeños mamíferos terrestres es importante destacar que este tipo de organismos nos son fáciles de observar en su ambiente natural, ya que algunos de ellos son extremadamente evasivos; razón a la cual se le puede atribuir el reporte negativo de estos individuos a lo largo del estudio. Además de esto, cabe resaltar que la diversidad de mamíferos fue baja debido a que en el predio se encuentra una cobertura de pastos dedicados a potreros, las cuales no albergan grandes cantidades de mamíferos y por tanto es difícil encontrar diversidad de vertebrados.

Es importante tener en cuenta que la permanencia de estos individuos en un ecosistema depende directamente de la presencia de bosque húmedos y riparios, ya que estas especies tienden a migrar durante épocas de sequía, estos son factores que promueven la alta diversidad de mamíferos terrestres (Ceballos, 1996), por lo tanto se hace muy necesario la conectividad de los fragmentos de bosque en la zona de estudio y el paso de corredores biológicos con el fin de que la reproducción, alimentación y permanencia de estas especies no se vea afectada por la alta intervención antropogénica en la zona de estudio, y principalmente crear programas de conservación para el Cusumbo Andino, *Nasuella olivacea*, quien además de ser una especie endémica, presenta una categorización NT – Casi Amenazada a nivel global, debido al descenso poblacional que presenta por la destrucción de hábitat.

### 5.2.2 Ecosistemas acuáticos

Para los muestreos de comunidades Hidrobiológicas en la Quebrada La Playa adelantado por SIAMA LTDA tomados el día 30 de enero de 2018, CORANTIOQUIA mediante Resolución 160-1801-82 del 11 de enero de 2018, otorgó a la Corporación para El Desarrollo Ambiental Colombiano-CORDEAM Permiso de Estudio de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales para el desarrollo del proyecto "*Formulación Documento para solicitar la inclusión de nuevas fuentes de materiales en el proyecto de infraestructura de transporte del Consorcio OHL Rio Magdalena, en jurisdicción del municipio de Yalí, Vía Vegachi Vereda Llano Grande, en el Departamento de Antioquia (Cantera El Diamante – Explotación Esquisto de Cuarzo y Gneis en un área aproximada de 11,5 ha) en jurisdicción del municipio de Yalí, departamento de Antioquia*". Debido a que esta información fue empleada en el presente documento, en el **Anexo 2-2** se presenta el permiso. Es de precisar que para la elaboración del presente documento (periodo comprendido entre 2019 y 2020) no se realizaron capturas, sino que la información existente fue procesada e incluida en este documento.

La comunidad de macroinvertebrados y peces no se identificó en los monitoreos realizados a la quebrada La Playa.



En el estudio realizados no se encontraron asociaciones de macrófitas, hay que destacar que la presencia de estas macrófitas, puede ser afectada por diferentes factores tales como; el clima, condiciones del ecosistema y acciones antrópicas, por tal razón pueden estar ausente diferentes periodos de estudio.

En el análisis hidrobiológico, las comunidades de fitoplancton, zooplancton y perifiton en los periodos monitoreados, según el índice Shannon-Wiener, mostraron una diversidad media-baja, lo cual, de acuerdo con lo propuesto por Roldan y Ramírez (2008), refleja sistemas que presentan procesos de enriquecimiento orgánico en su interior. Adicional a esto, los valores bajos calculados para el índice de dominancia de Simpson, así como los valores altos registrados para el índice de uniformidad de Pielou, en general indican una estructura de comunidad uniforme sin predominio de un taxa específico sobre los demás en la mayoría de los puntos monitoreados. Todos los organismos son abundantes en la comunidad indicando condiciones favorables del ecosistema.

La comunidad Fitoplanctónica detectada, fue escasa, y estuvo conformada por ejemplares de algas verdes y diatomeas.

El punto de agua monitoreado corresponde a ecosistemas lóticos de régimen hidráulico, no laminar, con movimiento moderado.

La comunidad Zooplanctónica es escasa, detectándose ejemplares flagelados correspondientes a las euglenófitas.

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

De acuerdo con el "Estudio de impacto ambiental para la construcción de la vía Remedios – Alto de dolores, en el departamento de Antioquia" licenciado bajo la Resolución 0763 del 27 de julio de 2016 y posteriormente modificado por la Resolución 2182 del 26 de noviembre del 2018 y teniendo en cuenta la actual adición de área de influencia físico-biótica, se verificó que en el área no se presentan áreas protegidas legalmente declaradas, áreas de reglamentación especial (páramos, humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención RAMSAR y áreas de reserva forestal de Ley 2a de 1959), tampoco se presentan ecosistemas estratégicos y áreas de especial importancia ecológica establecidos a nivel local, regional, nacional y/o internacional, así como áreas de interés científico o con prioridades de conservación contempladas por parte de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

## 5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

A partir del análisis preliminar de impactos que pueden ocasionarse por las obras que componen el presente proyecto, el área de Influencia en el Medio Socioeconómico está compuesta por los territorios que se presentan en la siguiente tabla. En dicha relación, se describe el uso del suelo catalogado según el Esquema de Ordenamiento Territorial de Yalí así como las actividades y obras que justifican la inclusión en el área de influencia social.

**Tabla 5-29 Área de influencia del Medio Socioeconómico**

| Fuente de Materiales | Subregión                     | Corregimiento / Sector | Unidad Territorial Menor (UTme) | Uso del suelo | Justificación  |
|----------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------|--|
|                      | Municipio                     |                        |                                 |               |  |
| El Diamante          | Subregión Nordeste Antioqueño | -                      | Vereda La Playa                 | Suelo Rural   | Adecuación de la vía de acceso<br>Explotación de Fuente de materiales<br>Construcción de Obras Hidráulicas |
|                      | Yalí                          |                        |                                 |               |  |

Fuente: Concesionaria Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### Metodología

La metodología implementada para el desarrollo del Medio Socioeconómico tiene como punto de partida la identificación de las Unidades Territoriales Menores del municipio de Yalí el Departamento de Antioquia, que están involucradas con las obras y actividades previstas en la presente Modificación de Licencia Ambiental. En la siguiente tabla, se detallan las generalidades de la metodología implementada en este Medio.

**Tabla 5-30 Metodología Medio Socioeconómico**

| Actividad   | Campo | Oficina | Entidades |
|---|-------|---------|-----------|
| <b>Información y Participación a comunidades</b>  |       |         |           |
| <u>Fase I. Acercamientos Preliminares</u>   |       |         |           |
| <p>Una vez definida la vereda La Playa como Unidad Territorial Menor mediante cartografía base, y ante la imposibilidad de contactar una Junta de Acción Comunal, se agendaron citas con los propietarios de cada finca cercana a la fuente de materiales El Diamante para realizar la presentación inicial del proyecto, aplicar una ficha de caracterización a cada hogar e identificar preliminarmente los impactos con participación comunitaria.</p> <p>Este nivel de acercamiento predial fue necesario ya que la vereda nunca ha contado con Junta de Acción Comunal debido a que el territorio está compuesto solo por predios de grandes extensiones habitados por sus propietarios (que tienen menos de 7 años en la zona) y eventualmente por sus trabajadores.</p> <p>Una vez suscritas las encuestas residenciales y productivas a cada hogar, se procedió a contactar a la Secretaría de Desarrollo Social de Yalí, para construir una caracterización más completa de la vereda, pues solo se contaba con la perspectiva particular de propietarios, pero, aun así, no fue posible completar un panorama veredal con la extensión e integralidad deseada ya que la funcionaria contaba únicamente con datos parciales del este territorio. La información recopilada se encuentra en los anexos sociales a este estudio.</p> | X     |         |           |
| <u>Fase II. Taller de Identificación de Impactos con Participación comunitaria</u>  |       |         |           |
| <p>Después de la primera fase, se concertó nuevamente una agenda -pero esta vez colectiva- a la que se convocaron a todos los propietarios de la Vereda La Playa y a las autoridades municipales de Yalí. Para esta reunión se plantearon los siguientes objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentar los alcances del proyecto de explotación y el conjunto de actividades a realizar.</li> </ol>  |       |         |           |

| Actividad   | Campo | Oficina | Entidades |
|---|-------|---------|-----------|
| <p>2. Dar respuesta a las inquietudes de los asistentes</p> <p>3. Hacer un nuevo ejercicio de identificación de impactos desde la perspectiva de los residentes en un formato diseñado para tal fin.</p>  |       |         |           |
| Una vez consolidados los impactos identificados por las comunidades, estos son comunicados a las áreas técnicas, físicas y bióticas de la consultoría con el fin de determinar las respuestas a socializar durante la entrega de resultados.  |       | X       |           |
| <p>Posteriormente, estos mismos impactos son analizados en cuanto a su pertinencia (si están relacionados o no con las obras de la presente Modificación<sup>3</sup>) y su recurrencia (número de talleres y/o grupos en los que fue identificado iterativamente cada impacto), y, por ende, también serán retomados en el capítulo Evaluación Ambiental, aclarando de qué manera se incluyen o no, en el análisis de cada Medio.</p> <p>Los soportes de esta segunda fase se encuentran en los anexos sociales al estudio.</p> <p>Fase III. Entrega de resultados</p> <p>Teniendo en cuenta, las condiciones de aislamiento preventivo obligatorio dispuestas por el Gobierno Nacional a causa de la Pandemia de COVID_19 y las sucesivas ampliaciones de la cuarentena, las restricciones a la movilidad dispuestas en los municipios de Vegachí y Yalí, y la ausencia de redes de telefonía celular e internet en la vereda La Playa, que permitieran el acceso de los residentes a plataformas digitales para realizar reuniones virtuales con las comunidades, la Concesionaria Autopista Río Magdalena procedió a hacer entrega en medio impreso y en cada vivienda, de un documento de 35 páginas en power point que contiene las conclusiones de los estudios complementarios para cada área a nivel técnico, ambiental y social.</p> | X     | X       |           |
| <b>Caracterización del Área de Influencia</b>   |       |         |           |
| A partir de la definición del área de influencia social fueron definidas las consultas a Ministerio del Interior y Agencia Nacional de Tierras con el fin de determinar la presencia de comunidades étnicas, territorios titulados colectivamente, Zonas de Reserva Campesina y Sabanas Comunes   |       | X       | X         |
| Para la caracterización de las unidades territoriales mayores se retomó la información vigente consignada en el Estudio de Impacto Ambiental licenciado por la Concesionaria Autopista Río Magdalena en el año 2016 y en los estudios complementarios de la Modificación adelantada en el año 2018, en el plan de desarrollo municipal para el periodo 2016 – 2019 y Esquema de Ordenamiento Territorial que, si bien fue formulado en 1998, continua vigente a la fecha; pero únicamente se consultó para retomar la información histórica del municipio, ya que los estudios actuales demandan fuentes recientes; acudimos entonces a estudios académicos, informes de pasantías, y revisión de medios de comunicación local, a partir de los cuales fue posible inferir algunas de las dinámicas como economía o movilidad.  |       | X       |           |
| Para la caracterización de las Unidades Territoriales Menores, se recurrió básicamente a la información primaria suministrada en campo por los  | X     | X       |           |

<sup>3</sup> El análisis de pertinencia de los impactos identificados con participación comunitaria cobra importancia en la medida en que nos permite diferenciar aquellos impactos relacionados con las obras licenciadas y en curso, de aquellos ocasionados o producidos específicamente por las obras propuestas.

| <b>Actividad</b>   | <b>Campo</b>                  | <b>Oficina</b> | <b>Entidades</b> |
|--|-------------------------------|----------------|------------------|
| propietarios de los predios y por la funcionaria de la Alcaldía de Yalí y por la observación directa en terreno.   |                               |                |                  |
| Elaboración de Zonificación Ambiental según Metodología adaptada   |                               | X              |                  |
| Identificación de impactos Sin / con proyecto según Metodología adaptada   |                               | X              |                  |
| Generación de Plan de Gestión Social según impactos identificados  |                               | X              |                  |
| Generación de Plan de Seguimiento y Monitoreo  |                               | X              |                  |
| Periodo de aplicación de la presente metodología:  | Noviembre 2019 – Mayo de 2020 |                |                  |
| Grado de incertidumbre de la información: MEDIO. La información primaria fue recopilada con propietarios y residentes de la vereda La Playa, pero estos no superan los 7 años de antigüedad. Adicionalmente, la ausencia de una organización de base o de la perspectiva comunitaria en la vereda La Playa generó que no se tuviera acceso a información histórica del territorio o a una comprensión infalible de la dinámica poblacional y de tenencia de las propiedades.   |                               |                |                  |
| Limitantes: en concordancia con lo anterior, la no existencia de una Junta de Acción Comunal y de una base comunitaria en la vereda La Playa hizo necesario construir una caracterización del territorio a partir de información fraccionada suministrada por los propietarios y residentes de las fincas, y por una funcionaria de la Alcaldía de Yalí que también contaba con información parcial. Por esta razón, la perspectiva histórica y cultural de la vereda no logra presentarse con el detalle requerido por los Términos de Referencia. Adicionalmente, las condiciones de orden público en la zona y la presencia de encargados en dos de los 4 predios (personal que no están autorizado para brindar información), limitaron la contendencia en algunas de las respuestas en las encuestas aplicadas a los hogares. |                               |                |                  |
| Restricciones:   |                               |                |                  |
| Las impuestas por el Decreto 420 de 2020 y posteriores medidas emitidas por el Gobierno Nacional en materia de aislamiento preventivo obligatorio y sobre evitar los eventos que impliquen la aglomeración de personas. Estas disposiciones fueron adoptadas a nivel local por las autoridades municipales de Yalí y Vegachí.  |                               |                |                  |
| La falta de señal de telecomunicaciones en la vereda La Playa imposibilitó la realización de reuniones virtuales a través de plataformas o medios tecnológicos.  |                               |                |                  |

**Fuente: Concesionaria Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.**

## Participación y socialización con las comunidades

En desarrollo de los espacios de socialización y participación ciudadana se adelantaron los siguientes acercamientos:

### 1. Acercamiento y Presentación inicial del Proceso de Licenciamiento Ambiental

En este espacio informativo inicial, participaron los funcionarios de la Alcaldía de Yalí y a los propietarios de las fincas aledañas a la cantera ya que esta vereda carece de Junta de Acción Comunal o de líderes reconocidos colectivamente.

Una vez identificados los actores sociales de cada unidad territorial, fue concertada una agenda de reuniones particulares en las que se presentó el propósito general del proyecto de Licenciamiento Ambiental, los alcances, localización y actividades técnicas, sociales y ambientales a desarrollar. Ante la inexistencia de Junta de Acción Comunal o de líderes, se aplicaron instrumentos de caracterización a cada hogar y actividad productiva los cuales permitieron consignar la información primaria y la cartografía social necesaria para la posterior identificación de impactos.

**Tabla 5-31 Relación de acercamientos con propietarios**

| Fecha                   | Predio / Dependencia          | Propietario/funcionario   | Teléfono      |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------|
| 18 de noviembre de 2019 | Villa Juanita                 | Juan Guillermo Ruiz Muñoz | 311 762 73 87 |
| 13 de noviembre de 2019 | Manzanares                    | Mauricio Toro             | 3104610551    |
| 10 de enero de 2020     | Monterrey                     | Vanessa Ruiz Mira         | 312 762 9056  |
| 10 de enero de 2020     | El Diamante                   | Jaime Hernández           | 320566 65 71  |
| 06 de enero de 2020     | (Aux. Sisbén – Alcaldía Yalí) | Flor Alba Mira            | 314 819 04 99 |

Fuente: Concesionaria Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

## 2. Talleres de Identificación de Impactos con Participación Comunitaria

Posterior a los primeros acercamientos, la Concesionaria Autopista Río Magdalena S.A, adelantó una jornada de identificación de impactos con participación comunitaria; la convocatoria buscaba reunir en un mismo espacio – tiempo a todos los residentes junto con las autoridades municipales, para analizar integralmente la información.

Como resultado de este proceso, La relación de los impactos identificados por los participantes se aprecia en la siguiente tabla:

**Tabla 5-32 Relación de Impactos identificados con participación comunitaria Fuente de Materiales El Diamante**

| Impacto identificado                                  | Intensidad | Medida de manejo solicitada                                     |
|---|------------|---|
| Afectación a la movilidad peatonal                    | Alta       | Senderos  |
| Afectación a la movilidad de animales                 | Alta       | Pasa ganados  |
| Afectación a la movilidad vehicular                   | Alta       | Reducir la velocidad de las volquetas                           |
| Afectación a la accesibilidad a predios               | Alta       | -   |
| Afectación al aire por polvo                          | Alta       | -   |
| Afectación por ruido                                  | -          | -   |
| Expectativas por empleo para familias venezolanas     | Media      | Generación de empleo en la vereda                               |
| Afectación por enfermedades respiratorias             | Alta       | Implementar humectaciones                                       |
| Afectación a la movilidad de fauna                    | Media      | -   |
| Accidentalidad  | Alta       | Reducción de la velocidad                                       |
| Contaminación de aguas por residuos, grasas y aceites | Alta       | Aplicación del Plan de Manejo Ambiental PMA                     |
| Reducción de flora                                    | Alta       | Reforestación con especies nativas                              |
| Expectativas por generación de empleo local           | Media      | Priorizar la mano de obra de las fincas cercanas a la cantera   |
| Expectativas por desinformación                       | -          | Mantener una buena comunicación con todos los entes municipales |

Fuente: Concesionaria Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

## 3. Socialización de Resultados

Teniendo en cuenta, las condiciones de aislamiento preventivo obligatorio dispuestas por el Gobierno Nacional a causa de la Pandemia de COVID\_19 y las sucesivas ampliaciones de la cuarentena, las restricciones a la movilidad dispuestas en los municipios de Vegachí y Yalí, y la ausencia de redes de telefonía celular e internet en la vereda La Playa, que permitieran el acceso de los residentes a plataformas digitales para realizar reuniones virtuales con las comunidades, la Concesionaria Autopista Río Magdalena procedió a hacer entrega en medio

impreso y en cada vivienda, de un documento de 35 páginas en power point que contiene las conclusiones de los estudios complementarios para cada área a nivel técnico, ambiental y social.

La entrega de esta Información se realizó en las siguientes fincas:

1. Finca el diamante – Juan Enrique Martínez (trabajador residente)
2. Finca Villa Juanita – Juan Guillermo Ruiz Muñoz (Propietario)
3. Finca Manzanares – Mauricio Toro (Propietario)
4. Jaime Hernández – Finca el diamante (Administrador)
5. Jaime Ruiz Muñoz – Finca Monterrey

Los soportes se encuentran en los anexos sociales al Estudio (Ver Anexo 5.3-5).

#### ✚ Caracterización Unidad Territorial Menor – Vereda La Playa

Para realizar la caracterización de la vereda, esta se llevó a cabo a partir de la aplicación de instrumentos de recolección de información como es el caso de la ficha de caracterización en la cual se recopilan de datos de distintos aspectos, asimismo se realizaron recorridos por la unidad territorial y como se mencionó líneas arriba también se llevaron a cabo los procesos de socialización.

**Tabla 5-33 Caracterización Vereda La Playa – Municipio de Yalí**

| <b>Componente Demográfico</b>   |
|---|
| <b>Grupos Poblacionales:</b> Para la vereda La Playa, la Certificación emitida por la Autoridad Nacional de Consulta Previa del Ministerio del Interior para el proyecto señala que <i>“No se registra presencia de comunidades indígenas, negras, afrodescendientes, ROM, palenqueras o raizales”</i> . En esta vereda no se registra población en situación de desplazamiento                                     |
| <b>Tipología de la población y Tipología familiar:</b> De acuerdo con los relatos de los residentes, la vereda históricamente se ha caracterizado por albergar una población mínima, con pocos nacimientos y con alto control de llegada de población nueva por parte de los propietarios de los predios que componen la vereda.  |
| <b>Dinámica Poblacional:</b> En cuanto a la vereda La Playa, por carecer de Junta de Acción Comunal y de una identidad comunitaria con líderes reconocidos, los residentes no tienen datos concretos acerca de su fundación; su existencia se remite a grandes predios que ocupan la mayor parte del territorio cuyo uso del suelo principal es el pastoreo.  |
| <b>Tendencias Demográficas y Estructura de la Población:</b> En la vereda La Playa, del total de 11 habitantes en la vereda La Playa el 36% son hombres y el 64 % son mujeres. La población masculina está repartida equitativamente entre hombres adultos (trabajadores de las fincas) y hombres pertenecientes a la tercera edad (propietarios). Un hombre más es un niño de 1 año, hijo de uno de los empleados. |
| En la población de mujeres solo se presentan dos rangos: el de mayor peso es el de mujeres adultas entre 18 y 60 años (Población Económicamente Activa -PEA); se trata de las esposas de los 4 hombres mencionados en el párrafo anterior. Las dos mujeres restantes son dos niñas, hijas de los empleados de las fincas  |
| <b>Patrones de Asentamiento:</b> En la vereda la Playa, predominan los asentamientos dispersos y la baja densidad poblacional.  |
| <b>Componente Espacial</b>  |
| <b>Acueducto:</b> En la vereda La Playa no hay acueducto comunitario. En cada vivienda se capta el agua para consumo doméstico y pecuario desde nacimientos o quebradas cercanas adaptando sistemas de conducción con mangueras, de almacenamiento (Canecas o Tanques en PVC) y las acometidas necesarias (en tubería).   |
| <b>Alcantarillado:</b> En las fincas Villa Juanita y El Diamante disponen el agua directamente a la Quebrada La Playa.  |
| En la finca Monterrey se cuenta únicamente con letrina. La Finca Manzanares cuenta con pozos sépticos construidos por los mismos propietarios.  |
| <b>Energía:</b> En la vereda La Playa, el 100% de inmuebles encuestados cuentan con energía eléctrica con funcionamiento 24 horas del día los 7 días de la semana.  |

**Sistemas de disposición de residuos sólidos:** En la vereda La Playa no existe sistema de recolección de residuos, al tratarse de un asentamiento disperso los residuos son depositados o quemados dentro de los mismos predios

**Telecomunicaciones:** En la vereda La Playa, no se cuenta con ningún espacio comunitario en el que funcione el servicio de internet; la señal de telefonía e internet es de mala calidad por lo tanto el acceso solo lo tienen los residentes en planes particulares. En esta vereda se sintonizan comúnmente las emisoras “Yarumal estéreo”, “Yalí estéreo” y “Medellín la voz de Colombia”.

**Método de Cocción de Alimentos:** En la vereda La Playa utilizan en su totalidad el servicio de gas propano (de pipeta) que adquieren a la empresa Gasan en la zona urbana de Vegachí. No se advierten cocinas con leña.

**Transporte Público:** En la vereda La Playa, para el desplazamiento la comunidad utiliza el carro particular, la moto, el animal (este dentro de la misma vereda). La vereda no cuenta con ingreso de vehículos de transporte público, pero sí de moto ratones que prestan un servicio particular y no se encuentran asociados, pero estos solo llegan hasta el acceso a la vereda El Zancudo y se desvían.

**Educación:** En la vereda La Playa, la infraestructura que alguna vez funcionó como escuela fue cerrada hace más de 20 años por falta de niños. Esta infraestructura se encuentra hoy en día cerrada y sin ningún uso al lado del cruce en el que empalma el carretable de la vereda La Playa con la Troncal del Nordeste

**Salud:** Esta vereda carece de infraestructura de salud propia; los servicios son prestados por el hospital La Misericordia del municipio de Yalí y el hospital San Camilo de Lelis, en el municipio de Vegachí situado a 4km del centro de la vereda. Algunos residentes, dependiendo del grado de complejidad, pueden optar por realizarse exámenes de laboratorio en Medellín.

**Vivienda:** Se identificaron 4 (cuatro) viviendas con viviendas de tipología campesina, de una sola planta y habitadas en dos de ellas por una pareja de la tercera edad, sin hijos y en las dos restantes, por familias nucleares de empleados

**Infraestructura recreativa y deportiva:** La vereda La Playa carece de escenarios deportivos propios, siendo los más cercanos los de la vereda El Zancudo y San Mauricio. No obstante, los residentes optan por dirigirse al casco urbano de Vegachí situado a 4 Km para asistir a ferias, actividades culturales, religiosas o sociales.

#### **Componente Económico**

**Estructura de la Propiedad:** En la vereda La Playa, todos los predios son propiedades privadas. Villa Juanita y Monterrey son habitados directamente por sus propietarios; Manzanares y El Diamante por las familias de los empleados o encargados; en este último caso residen en calidad de usufructuarios, y los dueños visitan a estas fincas como segundas residencias ya que viven permanente en Medellín

**Usos del Suelo:** Aunque el Esquema de Ordenamiento Territorial de Yalí tiene determinado que en las 2045,6 ha., que componen el territorio de la vereda La Playa, el uso principal del suelo es el silvoagrícola (combinación de árboles y cultivos), en segundo lugar, el Bosque Protector y solo en tercer lugar los Potreros, la proporción del terreno realmente dedicado al pastoreo supera por un amplio margen el área dedicada a la silvoagricultura

**Procesos Productivos / Tecnológicos:** actualmente los terrenos de la vereda están dedicados a la expansión y consolidación de la ganadería si bien ni el pastoreo ni el ordeño de leche se encuentran tecnificados ni con una cadena de comercialización establecida. Así mismo, la incipiente producción piscícola, es de autoconsumo y de venta directa.

Los excedentes de los cultivos de pancoger, son directamente vendidos a los comerciantes en Vegachí, así como los ejemplares de ganado en las subastas de Yolombó, ya que como se mencionó anteriormente, en Yalí no existen ni plazas de mercado ni plantas de beneficio animal.

**Mercado Laboral:** De los 11 residentes identificados en la vereda La Playa, 6 se encuentran en el rango de PEA. De estos, solo 2 son hombres (los dos empleados de las fincas Manzanares y El Diamante), y 4 son mujeres (cónyuges de los 4 hombres jefes de hogar); estas mujeres se desempeñan en las labores del hogar no remuneradas. Es así como el 54% de la población residente en la vereda La Playa hace parte de la Población Económicamente Activa, pero solo el 18% es Población Ocupada contratada formalmente. Debido al tipo de asentamiento predominante en la vereda y a la composición poblacional, no se encuentra población desempleada en esta vereda.

**Programas y Proyectos Privados, Públicos o Comunitarios:** Como formulación clara de un proyecto, solamente se puede mencionar la cantera del predio El Diamante, pues se trata del mismo polígono de explotación en cuyo proceso de licenciamiento ambiental nos encontramos y que en espera de dicho proceso, se encuentra con la explotación detenida.

El otro proyecto Público – Privado que tiene lugar en esta vereda es la Construcción de la UF2 a cargo de la Concesionaria Autopista Río Magdalena, ya que este tramo hace parte de la carretera nacional que se va a construir entre Alto de Dolores- Yalí y Vegachí.

**Empresas Presentes, Cadenas Productivas y Redes de Comercialización:** En la vereda La Playa no existen empresas constituidas formalmente. Existen actividades desarrolladas por los propietarios y que en su mayoría pertenecen al sector primario: cultivos de pancoger, actividad pecuaria bovina de doble propósito, la piscicultura a pequeña escala y la extracción de materiales de construcción en dos canteras privadas.

La única empresa que cuenta con presencia en este territorio es la Concesionaria Autopista Río Magdalena que tiene a su cargo la construcción de la Unidad Funcional 2, en el tramo Alto de Dolores - Yalí – Vegachí.

El comercio es directo, es decir los productos agrícolas y pecuarios son vendidos directamente por los propietarios de cultivos, peces, ganado o material de construcción a las personas interesadas. No existen redes, ni secuencias productivas más allá que la que reporta el ordeño de leche que se vende diariamente.

#### **Componente Cultural**

La población residente de la vereda la Playa, se dedica ante todo a la actividad pecuaria y en menor medida a la minera. La Playa fue delimitada como vereda en el año 1998 cuando se formuló el primer Esquema de Ordenamiento Territorial

A pesar de que únicamente existen 4 (cuatro), hogares las relaciones vecinales no son estrechas; no existe mayor comunicación entre los propietarios ni tejido social a partir del cual sea posible construir sentido de comunidad o de bienestar colectivo. Cada propietario resuelve sus asuntos de manera particular y adelanta en su predio las actividades que este en capacidad de adelantar. Las diferencias y choques entre propietarios residentes y ausentes se extienden hasta sus empleados, las relaciones son distantes y la solución a sus diferencias se da marcando fronteras físicas entre ellos.

La dependencia con el entorno natural inmediato es total ya que a estos predios no los cubren las redes de servicios públicos; toman el agua de puntos de agua en la zona que adecuan independientemente para consumo doméstico y pecuario, las fincas tampoco cuentan con alcantarillado, de hecho, los pozos sépticos no están generalizados ya que dos predios realizan descargas directas a la quebrada La Playa y uno más tiene letrina.

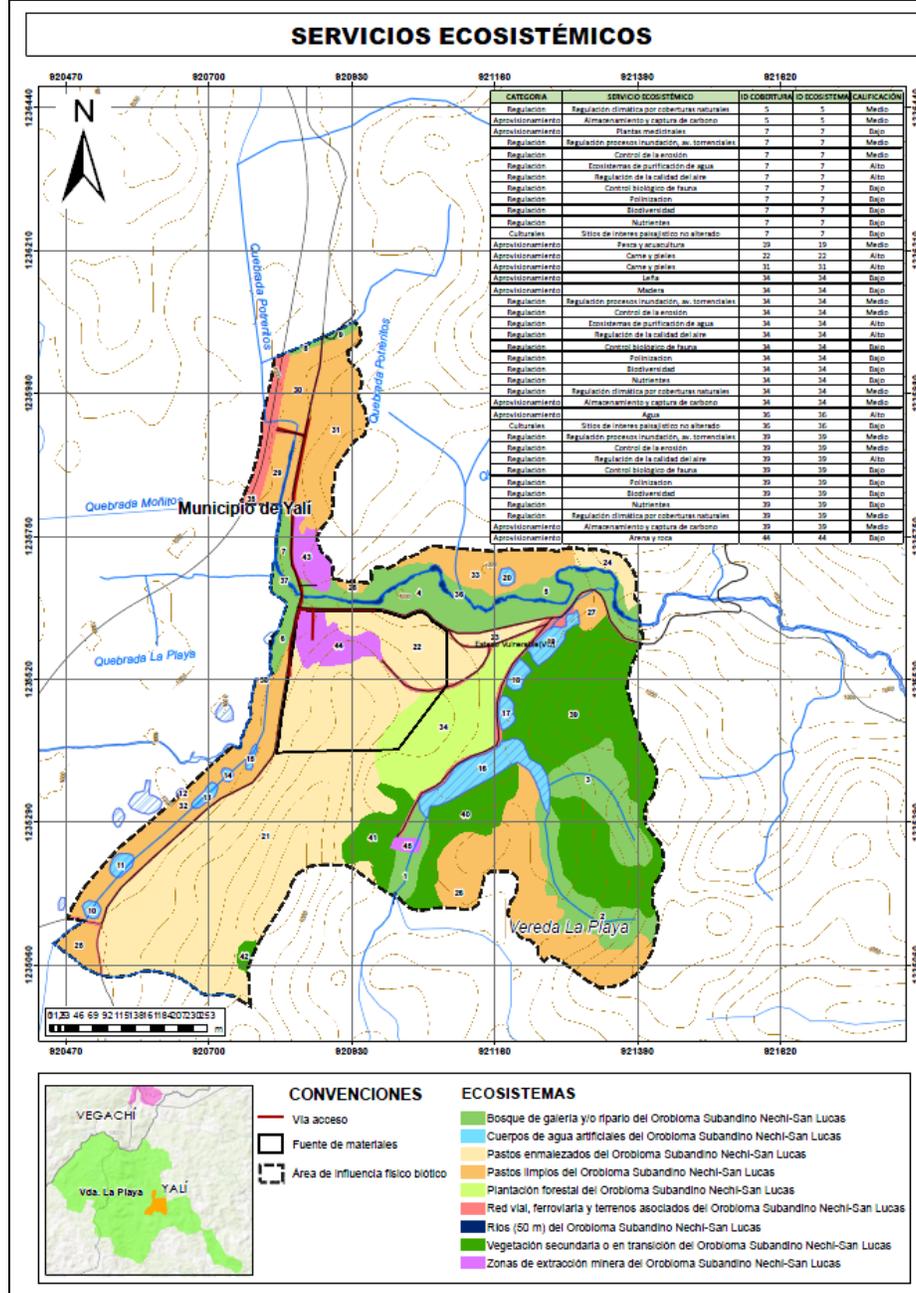
**Población a Trasladar:** Para la explotación de las Fuentes de Materiales El Diamante, no se requiere la adquisición de predios habitados ni el traslado involuntario de población o de actividades productivas o económicas.

**Fuente: ficha de caracterización veredal, 2020**

## **5.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

Con la finalidad de integrar la información obtenida de las fuentes primarias y secundarias y evaluar la dinámica de los servicios ecosistémicos presentes en el área de influencia físico-biótica del proyecto y la forma en que se prevea evolucionen, se presenta la siguiente relación (ver Figura 5-21).

**Figura 5-21 Relación de los ecosistemas y las coberturas con los servicios ecosistémicos**



Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020

**Tabla 5-34. Relación de impacto, dependencia y tendencia de los servicios ecosistémicos identificados en el área de influencia.**

| CATEGORÍA                                     | ELEMENTO AMBIENTAL   | DEPENDENCIA DE LA COMUNIDAD | DEPENDENCIA DEL PROYECTO | TENDENCIA DEL SSEE | IMPACTO DEL PROYECTO |
|---|--|-----------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| APROVISIONAMIENTO                             | Abastecimiento de agua   | Alta                        | Alta                     | Decreciente        | Muy Importante       |
|   | Minería a cielo abierto de materiales de construcción  | Baja                        | Alta                     | Estable            | Moderado             |
|   | Plantaciones Forestales (leña)   | Baja                        | Baja                     | Estable            | Irrelevante          |
|   | Ganadería extensiva  | Alta                        | Baja                     | Estable            | Moderado             |
|   | Producción a pequeña escala de peces (yamú, dorada, cachama, y tilapia)  | Media                       | Baja                     | Estable            | Moderado             |
|   | Plantaciones Forestales  | Baja                        | Media                    | Estable            | Irrelevante          |
|   | Plantas Medicinales  | Baja                        | Baja                     | Estable            | Moderado             |
| REGULACIÓN Y SOPORTE                          | Regulación de procesos inundación y avenidas torrenciales por coberturas naturales y manejo antrópico (acequias) | Media                       | Media                    | Estable            | Importante           |
|   | Regulación de procesos erosivos por coberturas naturales   | Media                       | Media                    | Estable            | Importante           |
|   | Regulación de la calidad del agua asociado con Bosques   | Alta                        | Media                    | Decreciente        | Muy Importante       |
|   | Regulación de la calidad del aire por coberturas naturales   | Alta                        | Media                    | Decreciente        | Muy Importante       |
|   | Control biológico de fauna asociado con coberturas naturales   | Baja                        | Baja                     | Estable            | Importante           |
|   | Polinización de fauna asociado con coberturas naturales  | Baja                        | Baja                     | Estable            | Importante           |
|   | Asociado con coberturas vegetales naturales  | Baja                        | Baja                     | Estable            | Importante           |
|   | Asociado con coberturas vegetales naturales  | Baja                        | Baja                     | Estable            | Importante           |
| Regulación climática por coberturas naturales | Media  | Media                       | Estable                  | Importante         |                      |
| CULTURALES                                    | Sitios de interés paisajístico no alterado   | Baja                        | Baja                     | Decreciente        | Moderado             |

**Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020**

#### **Dependencia de los servicios ecosistémicos por parte de la comunidad**

En el AIFB se identificaron nueve (9) servicios ecosistémicos de dependencia baja por parte de la comunidad, correspondientes a los servicios de materiales para construcción de viviendas, leña, Madera, extractos naturales de uso medicinal en la categoría de aprovisionamiento, Control biológico, Polinización, Mantenimiento de la biodiversidad y Disponibilidad de nutrientes en la categoría de regulación y soporte; y Belleza escénica en la categoría de servicios culturales.

Adicional a esto, se identificaron cuatro (4) servicios ecosistémicos de dependencia media por parte de la comunidad, correspondientes al servicio de Pesca en la categoría de aprovisionamiento; y Control de inundaciones, Control de deslizamientos y Mantenimiento de las condiciones climáticas en la categoría de regulación y soporte.

Finalmente, se identificaron cuatro (4) servicios ecosistémicos de dependencia alta por parte de la comunidad, correspondientes al servicio de Abastecimiento de agua y Ganadería Extensiva en la categoría de aprovisionamiento; y Calidad del agua y Calidad del aire en la categoría de regulación y soporte.

#### **Tendencia de los servicios ecosistémicos**

En cuanto a la tendencia de los servicios ecosistémicos, se estableció que trece (13) de los diecisiete (17) servicios ecosistémicos presentan una tendencia estable, es decir, que la proyección de estos SSEE tiende a mantenerse en el nivel regustado, con la magnitud que presentan actualmente. Por el contrario, se identificaron cuatro (4) servicios que se encuentran en estado decreciente, debido a que la intervención en coberturas vegetales por expansión de la frontera agrícola y la cercanía al casco urbano.

#### **Dependencia por parte del proyecto**

Se identificaron nueve (9) servicios ecosistémicos con una dependencia nula sobre el proyecto, esto quiere decir que la ejecución de las actividades del proyecto no se ven afectadas ni requieren de estos servicios. Adicional a esto, un total de seis (6) servicios se calificaron con una dependencia media asociados principalmente con la regulación de procesos naturales que puedan alterar el desarrollo de las obras y el posible uso de madera en estructuras temporales. Finalmente, se consideran dos (2) servicios ecosistémicos con una dependencia alta asociados con el aprovisionamiento en lo que refiere específicamente al abastecimiento de agua y de materiales para construcción.

#### **Incidencia del proyecto**

El proyecto se desarrolla dentro de un área de intervención altamente intervenida la cual esta clasificada en su mayoría en coberturas propias de pastos enmalezados, zonas de extracción minera y plantaciones forestales productoras protectoras. Si bien, la evaluación de los servicios ecosistémicos se realiza para el AIFB, es importante tener en cuenta que las coberturas naturales y seminaturales relacionadas con los servicios ecosistémicos de mayor importancia como son el Abastecimiento de agua y en menor medida los que tienen una calificación de importante como lo son la Ganadería, el Control de inundaciones, el Control de deslizamientos, la Calidad del agua, la Calidad del aire y el Mantenimiento de las condiciones climáticas, se asocian con coberturas propias de bosque de galería, vegetación secundarias y ríos, lo que permite concluir que el desarrollo del proyecto tiene una incidencia BAJA en relación con la prestación de los servicios ecosistémicos en le AIFB.

## 6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental es la síntesis de la dinámica del territorio, la cual se interpreta a través de los resultados arrojados por la caracterización ambiental de los Medios abiótico, biótico y socioeconómico.

En este proceso se determinan las unidades espaciales de uso y ocupación del territorio considerando la realidad biofísica y socioeconómica del área en influencia. Básicamente la zonificación ambiental consiste en la espacialización de los fenómenos que caracterizan el territorio, la delimitación a partir de sus rasgos particulares y la obtención de una visión de los fenómenos y espacios geográficos que determinan la organización territorial.

Es un proceso de análisis geográfico en el cual se integra información espacial con el propósito de identificar áreas que comparten elementos comunes, a partir de las cuales tomar decisiones de manejo, ya que permite establecer de manera clara las potencialidades, importancia y sensibilidad ambiental.

En la **Tabla 6-1** y **Figura 6-1** se presenta el resultado final de sensibilidad del área de influencia. La mayor parte del Área de Intervención del proyecto es de sensibilidad media correspondiente al 71% del total, le sigue la sensibilidad muy alta que representa el 14,5%, baja que representa el 13,7% y alta que representa el 0,8%.

En el Anexo Cartográfico se presenta el mapa de Zonificación Ambiental, plano **ARM-DIA-030. Zonificación Ambiental Total**.

**Tabla 6-1. Zonificación ambiental**

| ZONIFICACIÓN AMBIENTAL | SIMBOLO | ÁREA DE INFLUENCIA |               | ÁREA DE INTERVENCIÓN |              |
|------------------------|---------|--------------------|---------------|----------------------|--------------|
|                        |         | ÁREA (ha)          | %             | ÁREA (ha)            | %            |
| Baja                   | B       | 6,31               | 13,0%         | 0,83                 | 13,7%        |
| Media                  | M       | 19,12              | 39,4%         | 4,31                 | 71,0%        |
| Alta                   | A       | 0,60               | 1,2%          | 0,05                 | 0,8%         |
| Muy Alta               | Ma      | 22,44              | 46,3%         | 0,88                 | 14,5%        |
| <b>TOTAL</b>           |         | <b>48,47</b>       | <b>100,0%</b> | <b>6,06</b>          | <b>100 %</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020



## 7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

No se requiere aprovechamiento de aguas subterráneas para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante objeto de la presente solicitud de Modificación, por lo que se mantiene lo establecido en el parágrafo primero del Artículo Séptimo de la Resolución 763 del 27 de julio de 2016.

## 7.3 VERTIMIENTOS

No se requieren vertimientos para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante por lo que se mantiene lo establecido en el Artículo Séptimo de la Resolución 763 del 27 de julio de 2016 modificado por el Artículo Sexto de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018.

### 7.3.1 Aguas residuales domésticas

No se realizarán ni permitirán vertimientos provenientes de actividades domésticas en los frentes de obra. Para el caso sanitario se dispondrán de baño portátiles cuyos proveedores serán terceros que cuenten con los permisos vigentes para el manejo sanitario respectivo.

### 7.3.2 Aguas residuales industriales

No se realizarán ni permitirán vertimientos provenientes de actividades industriales en la fuente de materiales.

## 7.4 OCUPACIÓN DE CAUCE

Conforme lo establecido en el Artículo 2.2.3.2.1.2.1 del Decreto 1076 de 2015, acontece una ocupación de cauce cuando:

**“Artículo 2.2.3.2.1.2.1. Ocupación.** - *La construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización, que se otorgará en las condiciones que establezca la Autoridad Ambiental competente. (...)”*

El Artículo 11 del Decreto 1541 de 1978, establece que:

**“Artículo 11°.-** *Se entiende por cauce natural la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias; y por lecho de los depósitos naturales de aguas, el suelo que ocupan hasta donde llegan los niveles ordinarios por efectos de lluvias o deshielo”.*

Por lo anterior, mediante la presente solicitud de modificación de Licencia se requiere la inclusión de dos (2) nuevas ocupaciones de cauce al Artículo Octavo de la Resolución 763 del 27 de julio de 2016 modificado por el Artículo Noveno de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018.

En el **Capítulo 3. Descripción del proyecto** fueron detalladas las obras y se presentó el respectivo funcionamiento hidráulico (ver **Anexo 3-7. Estudio Hidrológico, hidráulico y socavación**).

Asimismo, para estas intervenciones puntuales para lo cual se implementarán las medidas de manejo establecidas en el **Capítulo 11, Numeral 11.1.1. Programas de Manejo Ambiental** del presente documento.

En el **Anexo 7-1** se presentan los respectivos Formularios de solicitud de ocupación de cauce.

## 7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

### 7.5.1 Solicitud de adición de árboles para objeto de aprovechamiento en la presente modificación.

En la presente modificación se realizó un censo forestal dentro del área nuevas de intervención y se tomaron los árboles a partir de los 10 cm de DAP. (**Anexo 7-2. Base de datos del aprovechamiento forestal**).

#### 7.5.1.1 Área de intervención

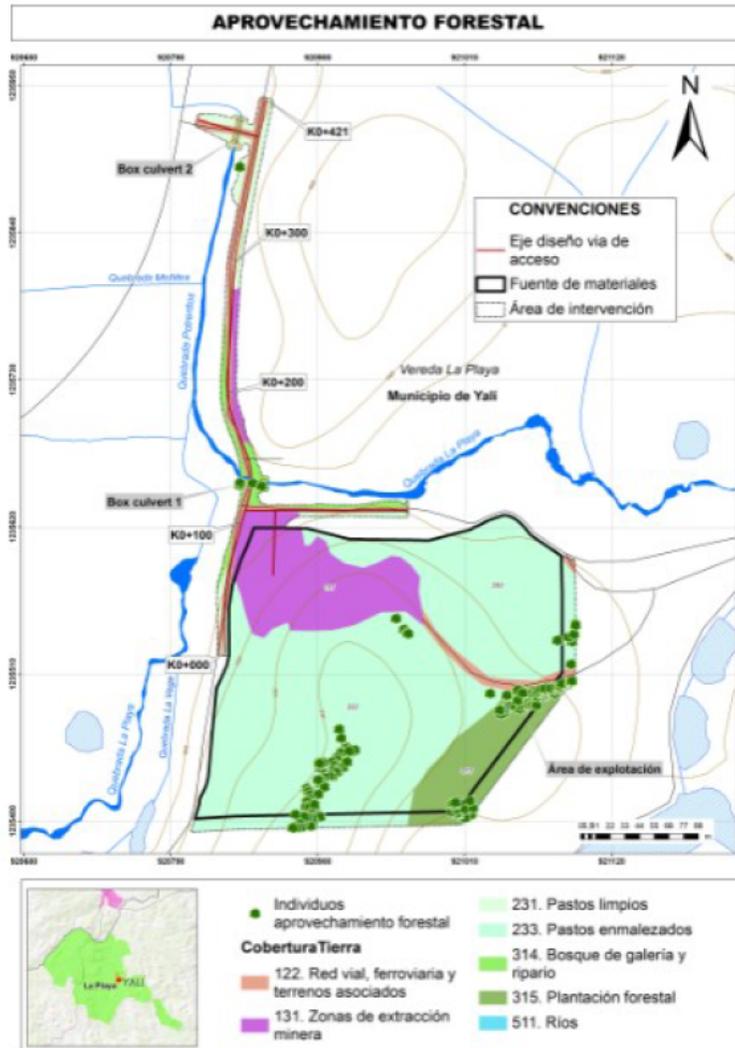
Dentro de la **Tabla 7-1**, se registran las coberturas presentes en el área de intervención de la cantera el diamante, donde la cobertura más importante para la zona es: Pastos enmalezados con el 66,8% del total; por otra parte, la cobertura natural más importante es: Bosque de galería y/o ripario con un 2%. En la **Figura 7-1**, se observa la distribución de las coberturas en el área de intervención y la localización de los individuos a ser aprovechados.

**Tabla 7-1. Coberturas en el área de intervención para la cantera el Diamante**

| AREA DE INTERVENCIÓN          |  |  |             |             |             |
|-------------------------------|--|--|-------------|-------------|-------------|
| NIVEL 1                       | NIVEL 2  | NIVEL 3                                    | COD. Corine | ÁREA (ha)   | %           |
| Bosques y Áreas Seminaturales | Bosques  | Bosque de galería y/o ripario              | 314         | 0,12        | 1,9%        |
|                               |  | Plantación forestal                        | 315         | 0,53        | 8,7%        |
| Superficies de Agua           | Aguas continentales                                      | Ríos                                       | 511         | 0,00        | 0,1%        |
| Territorios Agrícolas         | Pastos   | Pastos enmalezados                         | 233         | 3,99        | 65,9%       |
|                               |  | Pastos limpios                             | 231         | 0,18        | 3,0%        |
| Territorios Artificializados  | Zonas de extracción minera y escombreras                 | Zonas de extracción minera                 | 131         | 0,89        | 14,7%       |
|                               | Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 122         | 0,35        | 5,8%        |
| <b>TOTAL</b>                  |  |  |             | <b>6,06</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

Figura 7-1. Individuos arbóreos para aprovechar en el área de intervención



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 7.5.1.2 Volumen por cobertura.

En la **Tabla 7-2**, se registra la abundancia, volumen total, volumen comercial, biomasa y carbono por cobertura, en la cual se destaca la plantación forestal con 9,67 metros cúbicos y 81 individuos, seguido de los pastos enmalezados con 9,49 metros cúbicos de 80 árboles y el Bosque de galería y ripario con 1,17 metros cúbicos de 4 individuos.

**Tabla 7-2. Abundancia, volumen total, volumen comercial, biomasa y carbono por cobertura**

| Cobertura                     | Abundancia | Volumen total | Volumen comercial | Biomasa | Carbono |
|-------------------------------|------------|---------------|-------------------|---------|---------|
| Plantación forestal           | 81         | 9,67          | 5,32              | 4621,40 | 2310,70 |
| Pastos enmalezados            | 80         | 9,49          | 5,95              | 2717,55 | 1358,77 |
| Bosque de galería y/o ripario | 4          | 1,17          | 0,42              | 929,84  | 464,92  |

| Cobertura      | Abundancia | Volumen total | Volumen comercial | Biomasa        | Carbono        |
|----------------|------------|---------------|-------------------|----------------|----------------|
| Pastos limpios | 1          | 0,18          | 0,04              | 117,27         | 58,64          |
| <b>Total</b>   | <b>166</b> | <b>20,51</b>  | <b>11,72</b>      | <b>8386,07</b> | <b>4193,03</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

## 7.6 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD

Con la presente solicitud de modificación de Licencia no se requiere la recolección de especímenes silvestres de la Biodiversidad diferentes a los establecidos en el Plan de Manejo aprobado para el proyecto mediante Resolución 763 del 27 de julio de 2016 modificado por el Artículo Noveno de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018.

## 7.7 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Conforme a lo establecido en el literal e) del Artículo 2.2.5.1.7.2 del Decreto 1076 de 2015 corresponde a una emisión fugitiva o dispersa de contaminantes las actividades de explotación minera a cielo abierto, para lo cual en la presente solicitud de modificación de licencia se solicita el permiso para la explotación de materiales de construcción de la Fuente de Materiales El Diamante.

### 7.7.1 Modelación de emisiones atmosféricas

- Se realizó la modelación de dispersión de los contaminantes PM10, PM2.5, SO2, NO2, CO y VOC para la explotación de la cantera Diamante en zona rural de Yalí, Antioquia para el proyecto vial Autopista Río Magdalena.
- Las emisiones fueron calculadas por estimación con Factores de emisión de la EPA, Apéndice 42, usando las especificaciones de equipos y procesos suministradas por el cliente.
- La información meteorológica fue alimentada a partir de datos disponibles de febrero 2018 medidos por medio de la estación meteorológica marca Davis, modelo Pro II Plus instalada para un estudio en la misma área.
- Se calcularon los máximos aportes esperados de contaminantes al área de estudio, debidos a las actividades de la cantera en las condiciones modeladas. En resumen, los máximos aportes se presentarían en el escenario Proyecto sin Control, y representaron los siguientes porcentajes de la norma vigente (Res. 2254 / 2017): el 6% del límite diario de PM10; el 5% del límite diario de PM2.5, el 2% del límite diario de SO2, el 25% del límite anual de NO2 y el 0.2% del límite horario de CO
- En cuanto a la distribución espacial, los mayores valores de MP estuvieron en el Punto A2 (F. Manzanares), en contra del viento, mientras que en A1 y A3 los resultados fueron muy bajos.
- Ninguno de los contaminantes evaluados superaría el límite máximo permisible establecido en la Res. 2254 / 2017. Estos aportes máximos están asociados, en un mayor porcentaje, a las actividades de extracción de la cantera, las actividades de las áreas destapadas, y por los procesos de combustión de maquinaria.

- Los procedimientos de control establecidos disminuirían los aportes máximos de PM10 de 4.68 a 3.06 ug/m3, (35%) y PM2.5 de 1.76 a 1.59 ug/m3, (10%)
- Se concluye que en las condiciones modeladas y viento predominante soplando desde el Suroeste y Sureste no se esperan aportes de contaminantes que representen afectación significativa a los receptores considerados, las fincas: Diamante, Manzanares y Don Víctor.
- Aunque ninguno de los aportes máximos de los contaminantes evaluados supere los niveles máximos permisibles en el aire, se recomienda que el personal expuesto a material particulado y gases de combustión en las áreas de trabajo en la cantera usen siempre su adecuada protección respiratoria.
- También se recomienda restringir en lo posible la presencia de personas sin protección muy cerca de los límites de la cantera.
- En general, los valores resultantes del modelo corresponden al escenario más crítico de emisiones y meteorología, como: altas emisiones, poca lluvia y bajas velocidades de viento.

#### 7.7.2 Modelación de ruido

- Se realizó la corrida del modelo de ruido SoundPLAN considerando las coordenadas de las fuentes y del área a modelar, caracterización de las fuentes de ruido y la estimación de aportes de ruido. Para considerar el caso crítico no se consideraron barreras naturales ni artificiales significativas.
- La modelación se realizó considerando el escenario crítico que incluye el funcionamiento simultáneo de todas las fuentes de emisión: vía, volquetas y retroexcavadoras.
- La salida gráfica del modelo SoundPLAN presenta Las curvas generadas por el modelamiento en tres escenarios: Sin Proyecto (SP), Proyecto Sin Control (PSC) y Proyecto Con Control (PCC). Se observa que el mayor aporte de ruido en los tres escenarios se debe a la vía que comunica a la cantera Diamante con la carretera Yalí – Vegachí.
- Los mayores aportes calculados por el modelo se presentan en el escenario PSC se evidencian en una muy pequeña zona que de color rojo lila (70 a 75 dBA) sin llegar a sobrepasar el límite máximo permitido,
- En la totalidad del área de modelamiento, los niveles se encuentran por debajo del límite permisible diurno para subsector industrial de 75 dBA.

#### 7.8 LEVANTAMIENTO DE VEDA NACIONAL

Dentro de la **Tabla 7-3**, se registra la composición general de las epifitas no vasculares presentes en el área de intervención, donde se presentó una cobertura total de 20783,28 cm<sup>2</sup> perteneciente a cuatro (4) especies, cuatro (4) géneros y cuatros (4) familias.

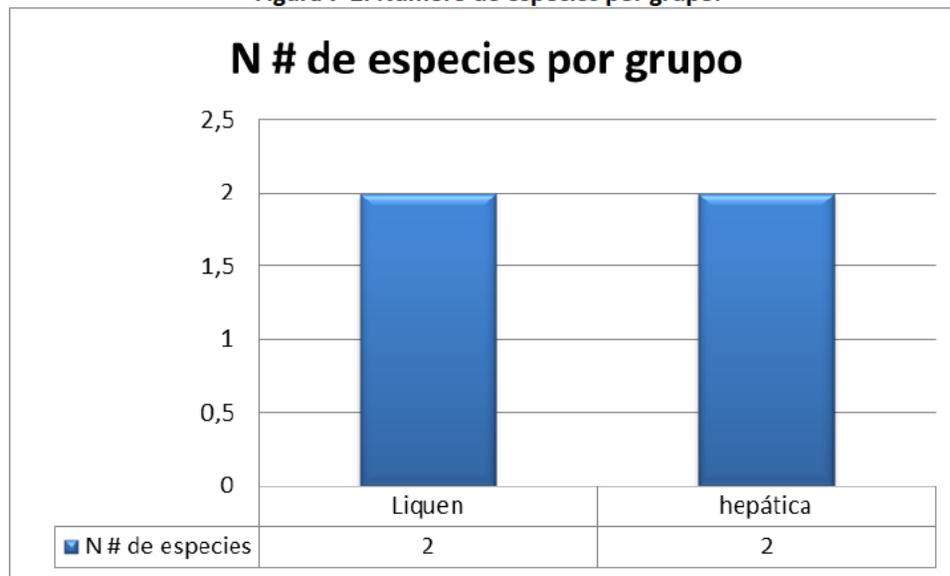
Tabla 7-3. Composición florística ENV.

| Familia        | Especie                     | Cobertura (cm2) |
|----------------|-----------------------------|-----------------|
| COENOGONIACEAE | <i>Coenogonium implexum</i> | 2080,96         |
| FRULLANIACEAE  | <i>Frullania sp</i>         | 7754,88         |
| LEJEUNEACEAE   | <i>Lejeunea sp</i>          | 805             |
| PARMELIACEAE   | <i>Parmotrema sp</i>        | 10142,44        |
| <b>Total</b>   |                             | <b>20783,28</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

En la Figura 7-2, se observa el número de especies encontradas por grupo dentro del área de intervención.

Figura 7-2. Número de especies por grupo.



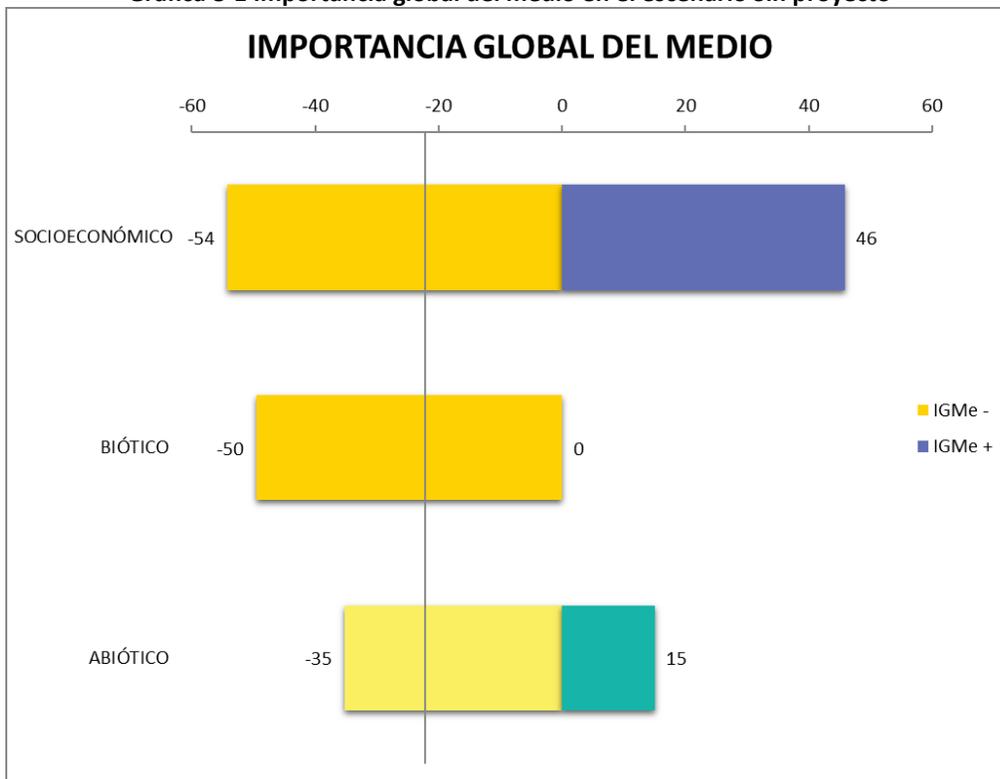
Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

## 8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

### 8.1 Análisis de Tendencias del Escenario Sin Proyecto

Una vez realizada la evaluación ambiental para el escenario sin proyecto, se evidenció como se muestra en la Gráfica 8-1 que el medio que presenta una mayor calificación tanto en su naturaleza positiva como negativa corresponde al medio Socioeconómico el cual arroja una Importancia Global del Medio IGMe+ de 46 puntos y para el IGMe- de -54 puntos lo que los clasifica dentro de una importancia MODERADA en ambos casos. Seguido de este el medio Biótico que solo presentó impactos negativos dentro del escenario sin Proyecto presentó una IGMe- de -50 puntos encasillándole igualmente dentro de una importancia MODERADA, finalmente, para el medio Abiótico se encontraron una IGMe+ de 15 puntos lo que lo clasifica dentro de una importancia positiva INSIGNIFICANTE y para el IGMe- de -35 clasificándole así con una importancia IRRELEVANTE.

Gráfica 8-1 Importancia global del medio en el escenario Sin proyecto

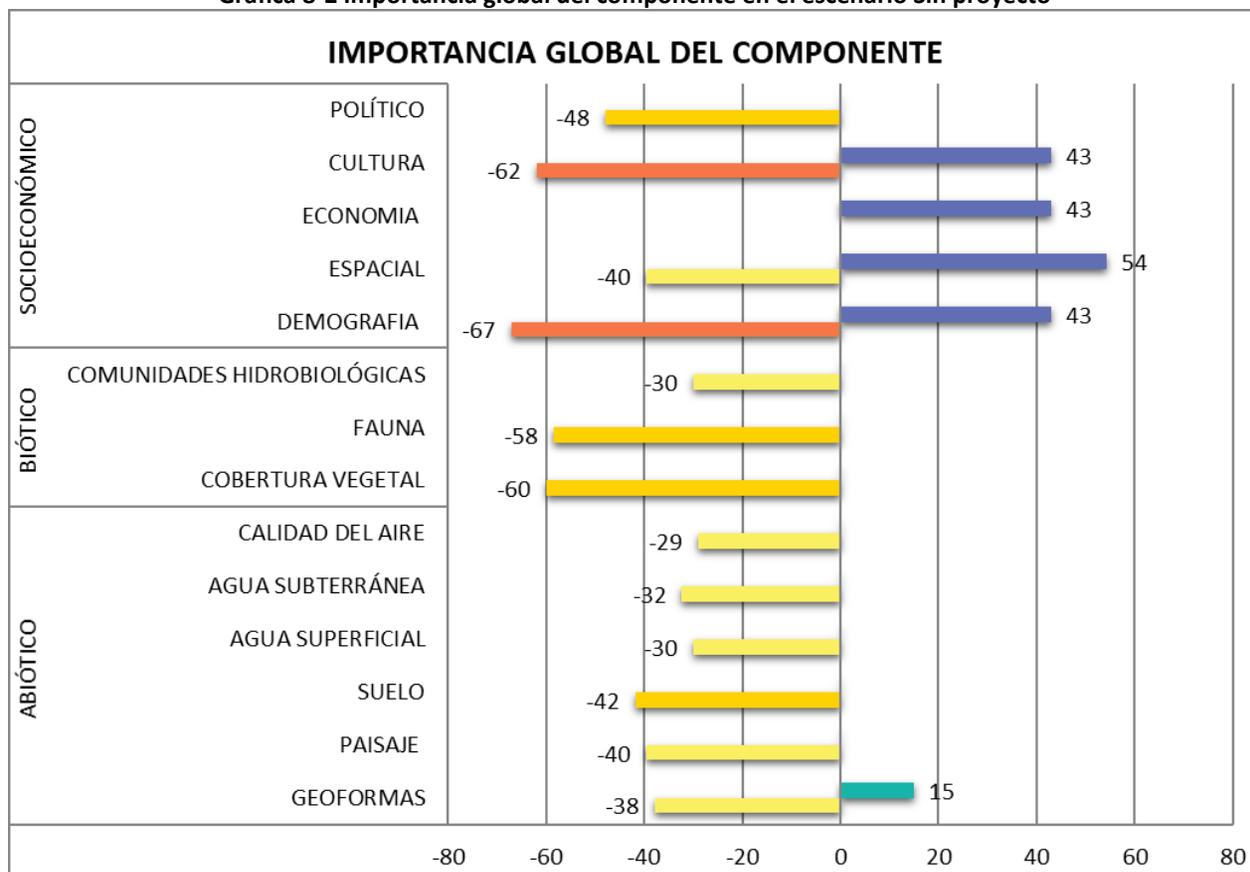


Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

Por otra parte, para la importancia global del componente, se pueden observar en la **Gráfica 8-2** que los componentes que presentan una Importancia Global de Componente IGCo- más alta corresponden a Demografía y Cultura con -67 y -62 puntos cada uno y una calificación **SEVERA**, mientras que dentro de una calificación **MODERADA** se encontraron los componentes Cobertura Vegetal, Fauna y Suelo con una IGCo- de -60, -58 y -42 respectivamente, los componentes restantes presentaron una importancia **IRRELEVANTE** en la evaluación realizada.

De otra parte, para la Importancia Global de Componente IGCo+ la totalidad de los componentes del medio Socioeconómico presentaron una Importancia **MODERADA** y en el medio Abiótico, el componente geoformas fue el único que presentó una IGCo+ con una puntuación de 15 lo que le califica como **INSIGNIFICANTE**.

Gráfica 8-2 Importancia global del componente en el escenario Sin proyecto

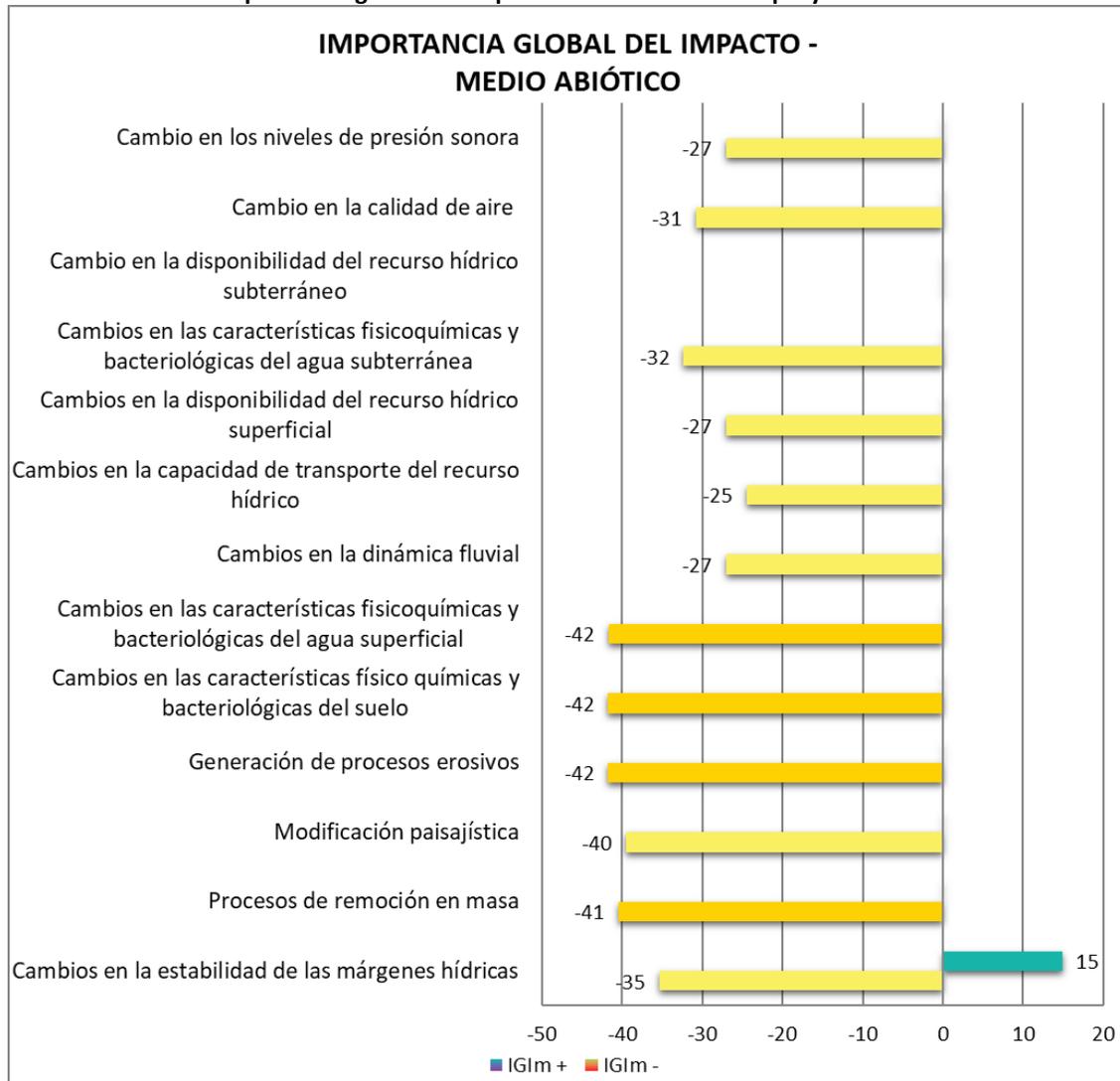


Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

En congruencia con lo anteriormente expuesto y como se evidencia en la **Gráfica 8-3**, específicamente para el medio Abiótico los Impactos que presentan una Importancia Global del Impacto IGI<sub>m</sub>- mayor obedecen a Generación de procesos erosivos. Cambios en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del suelo, Cambios en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial y Procesos de remoción en masa con -42, -42, -42 y -41 puntos respectivamente y una calificación de importancia **MODERADA**, los restantes impactos identificados en el medio presentaron una calificación de importancia **IRRELEVANTE**.

Finalmente, para el medio abiótico el impacto que genere una Importancia Global del Impacto IGI<sub>m</sub>+ corresponde a los Cambios en la estabilidad de las márgenes hídricas, con una calificación de 15 puntos y una importancia **INSIGNIFICANTE**.

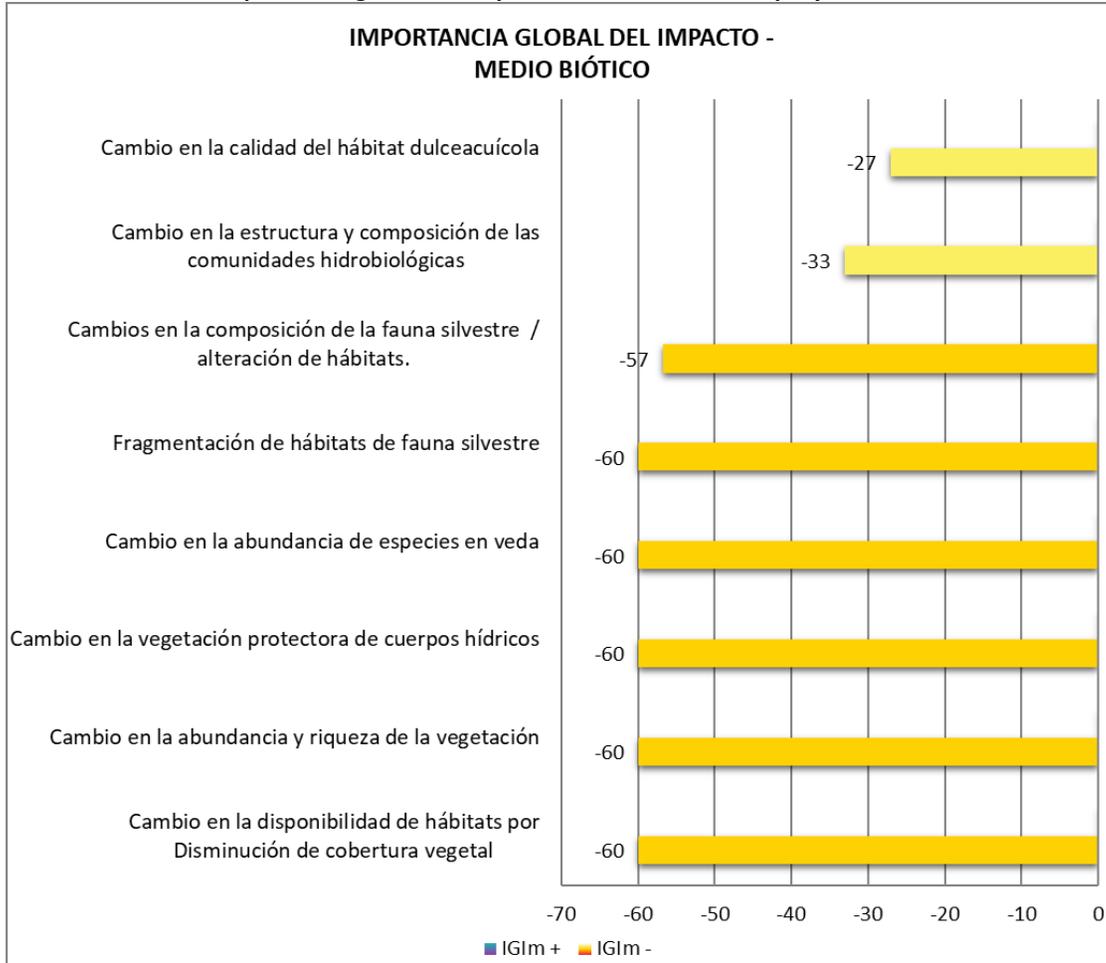
**Gráfica 8-3 Importancia global del impacto en el escenario Sin proyecto Medio Abiótico**



Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

En el medio Biótico, como se evidencio con anterioridad solo se registraron impactos de naturaleza negativa, y dentro de estos los que evidenciaron una IGIm- mayor obedecen a aquellos que se encuentran enmarcados dentro del elemento Cobertura Vegetal y son Cambio en la disponibilidad de hábitats por Disminución de cobertura vegetal, Cambio en la abundancia y riqueza de la vegetación, Cambio en la vegetación protectora de cuerpos hídricos, Cambio en la abundancia de especies en veda, Fragnmetacion de hábitats de fauna silvestre con --60 puntos en todos los casos y Cambios en la composición de la fauan silvestre / alteración de ahbitats con -57 puntos, lo que les califica en los 6 casos con una importancia **MODERADA**, los restantes impactos identificados en el medio presentaron una calificación de importancia **IRRELEVANTE**, ver **Gráfica 8-4**.

**Gráfica 8-4 Importancia global del impacto en el escenario Sin proyecto Medio Biótico**

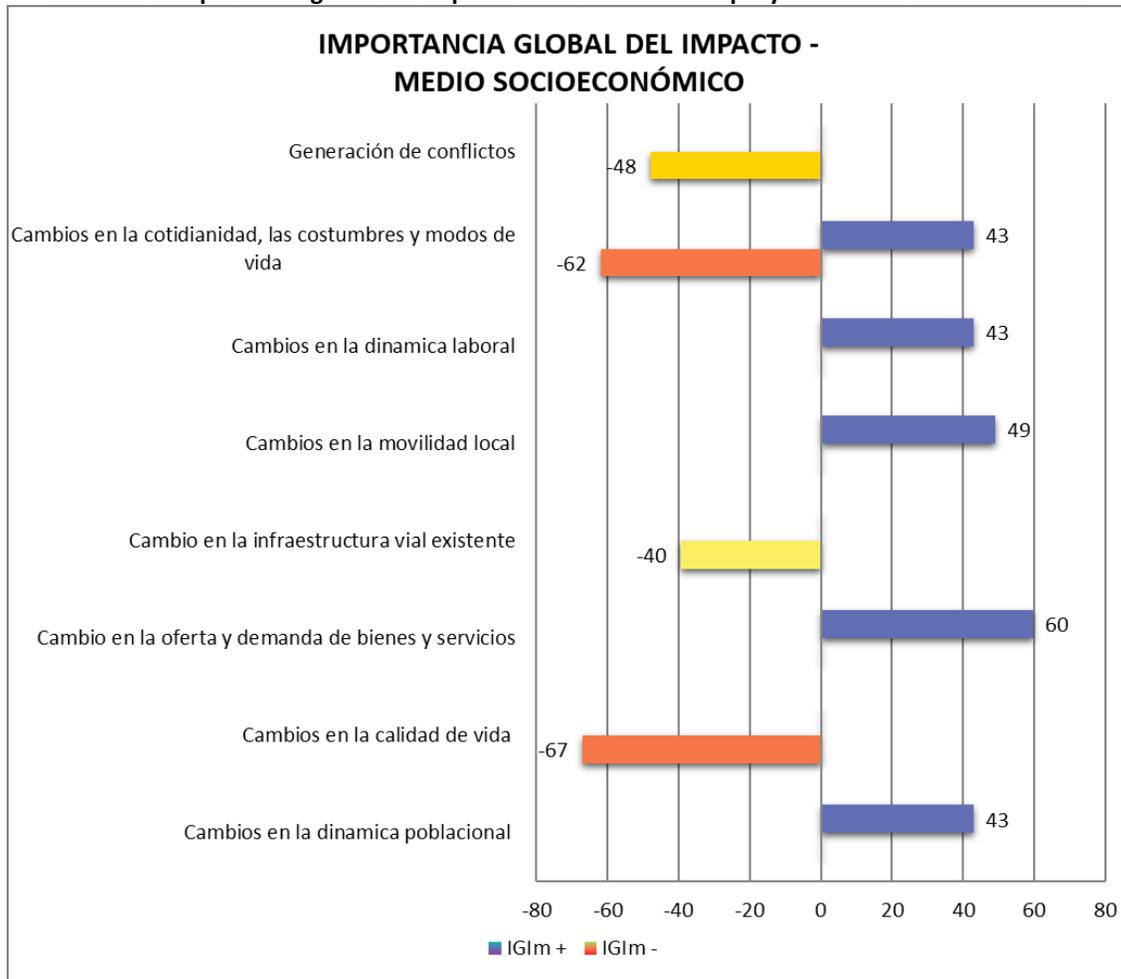


Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

Finalmente en la **Gráfica 8-5**, y como se evidencio anteriormente para el medio Socioeconómico los Impactos que presentan una mayor importancia dentro de la evaluación se encuentran en este medio, así la IGI- mayor la presentan los impactos asociados con los Cambios en la calidad de vida y los Cambios en la cotidianidad, las costumbres y modos de vida con -67 y -62 puntos respectivamente y una calificación de importancia **SEVERA**, la generación de conflictos cobro una importancia **MODERADA** con -48 puntos y finalmente el Cambio en la infraestructura vial existente cobro una calificación **IRRELEVANTE** con -40 puntos.

En cuanto a una IGI+ el medio presentó cinco impactos calificados con una importancia ambiental positiva **MODERADA**.

**Gráfica 8-5 Importancia global del impacto en el escenario Sin proyecto Medio Socioeconómico**

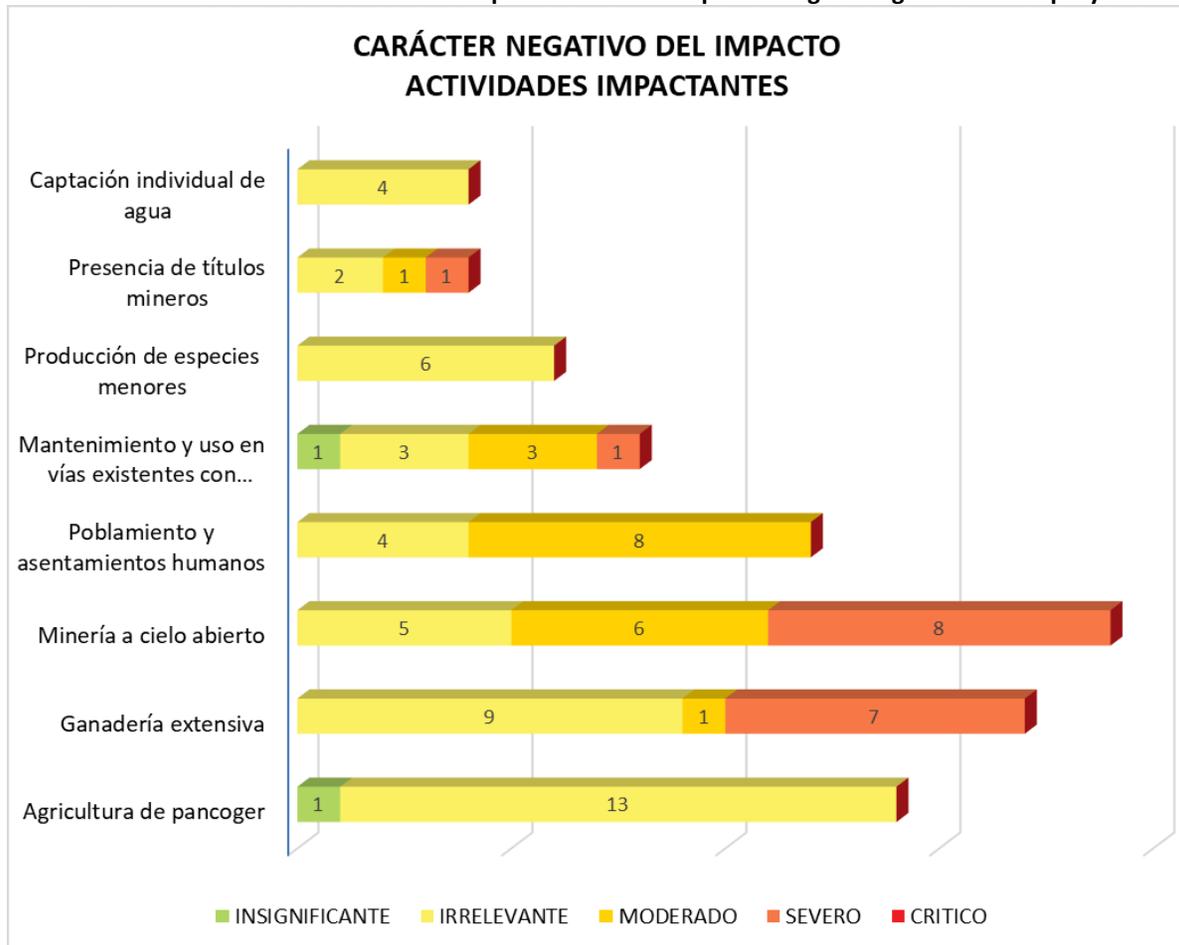


Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

### 8.1.1 Análisis de Potencialización de Conflictos Ambientales Existentes

Las actividades generadoras de impactos de naturaleza negativa (ver **Gráfica 8-6**), que son clasificadas como los mayores potenciales de generar impactos corresponden a la Minería a cielo abierto y la Ganadería extensiva con 19 y 17 interacciones respectivamente, seguido de la Agricultura de pancoger, Poblamiento y asentamientos humanos, el Mantenimiento y uso en vías existentes con paso de maquinaria y la Producción de especies menores con 14, 12, 8 y 6 interacciones respectivamente. Las actividades restantes presentan menos de 5 interacciones con el medio en la evaluación realizada.

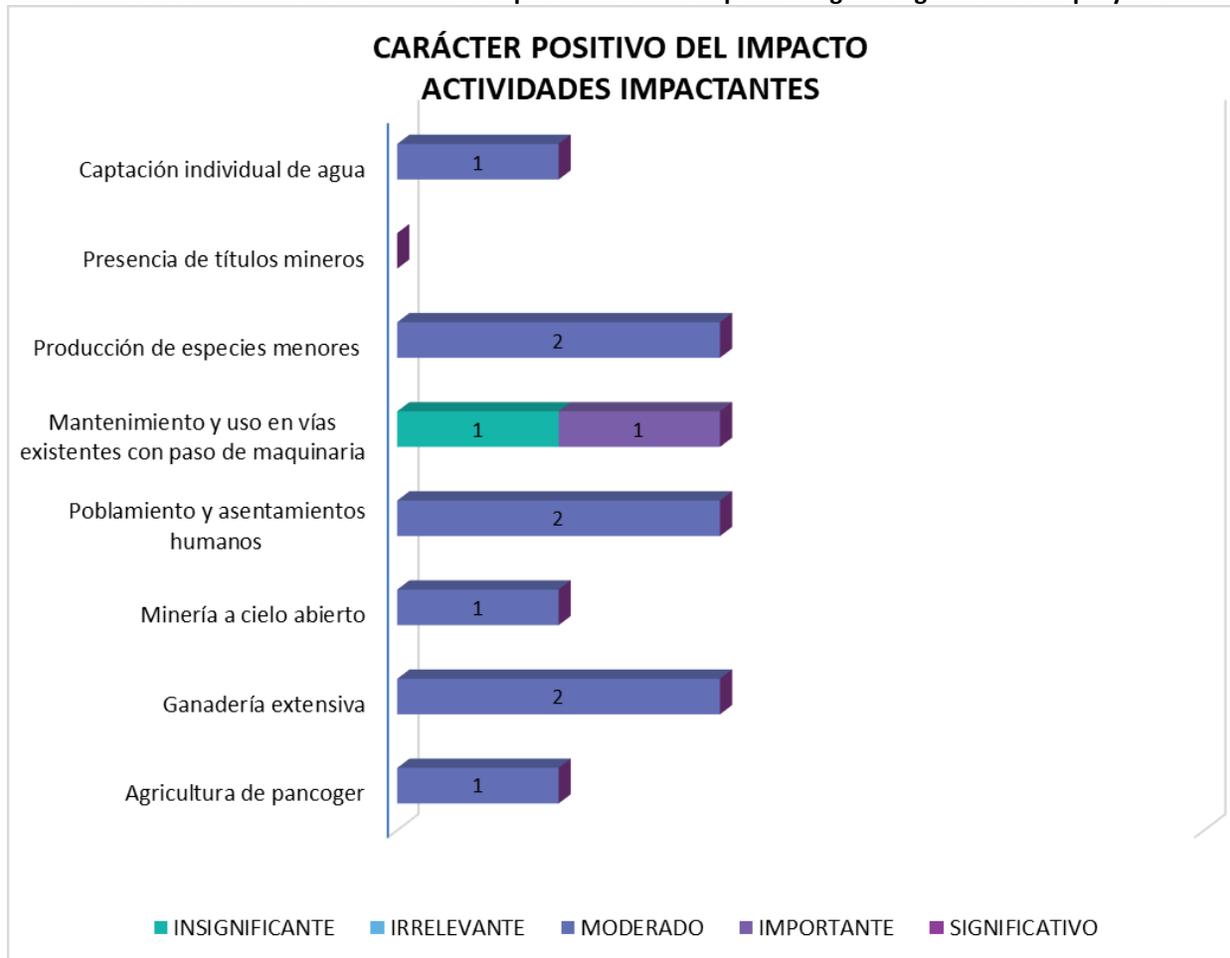
**Gráfica 8-6 Resumen de actividades e importancia de los impactos negativos generados sin proyecto**



Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

Finalmente, las actividades generadoras de impactos de naturaleza positiva (ver **Gráfica 8-7**), que son clasificadas como los mayores potenciales de generar impactos positivos al ambiente y a la comunidad corresponden a la Ganadería extensiva, la Minería a cielo abierto, Poblamiento y asentamientos humanos, el Mantenimiento y uso en vías existentes con paso de maquinaria y la Producción de especies menores con dos interacciones cada una de estas, las actividades restantes presentan aproximadamente una sola interacción con el medio en la evaluación realizada.

**Gráfica 8-7 Resumen de actividades e importancia de los impactos negativos generados sin proyecto**



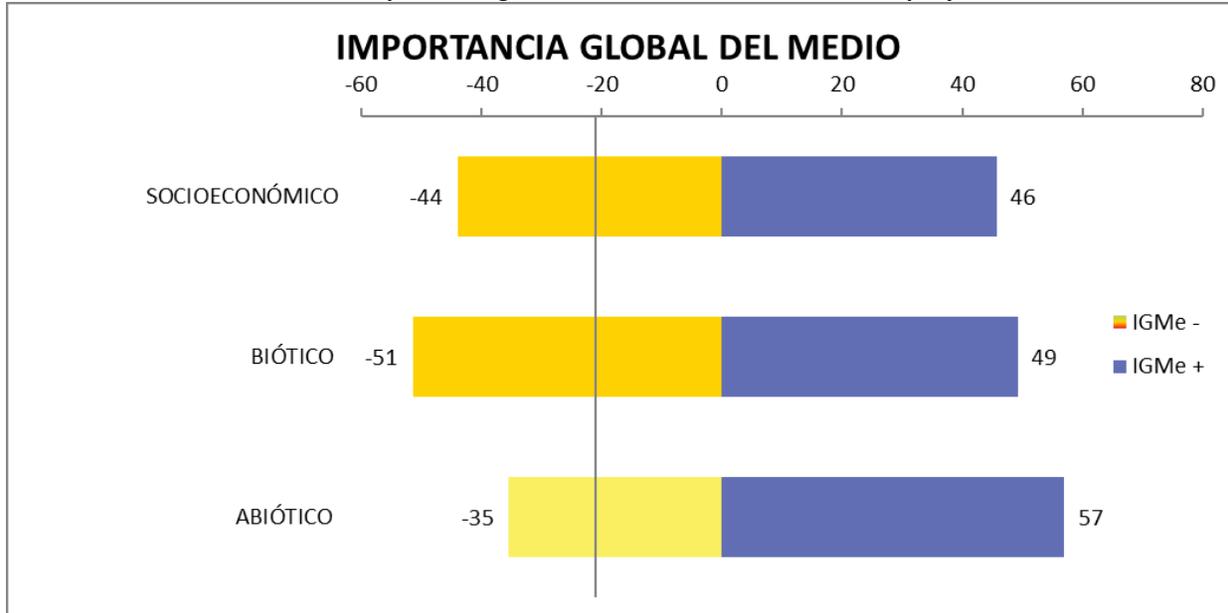
Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

## 8.2 Análisis de Tendencias del Escenario Con Proyecto

Una vez realizada la evaluación ambiental para el escenario con proyecto, se evidenció como se muestra en la **Gráfica 8-8** que el medio que presenta una mayor calificación en la naturaleza negativa corresponde al medio Biótico el cual arroja una Importancia Global del Medio IGMe- de -51 puntos lo que les clasifica dentro de una importancia **MODERADA**. Seguido de este, el medio Socioeconómico presento una IGMe- de -44 puntos encasillándole igualmente dentro de una importancia **MODERADA**, y finalmente, para el medio Abiótico se encontro una IGMe- de -35 clasificándole así con una importancia **IRRELEVANTE**.

De otro modo dentro de la naturaleza positiva el medio que presenta una mayor calificación corresponde al medio Abiótico el cual arroja una Importancia Global del Medio IGMe+ de 57 puntos seguido del medio Biótico con 49 puntos y del medio Socioeconómico con 46 puntos encasillándoles dentro de una importancia **MODERADA**.

Gráfica 8-8 Importancia global del medio en el escenario Con proyecto

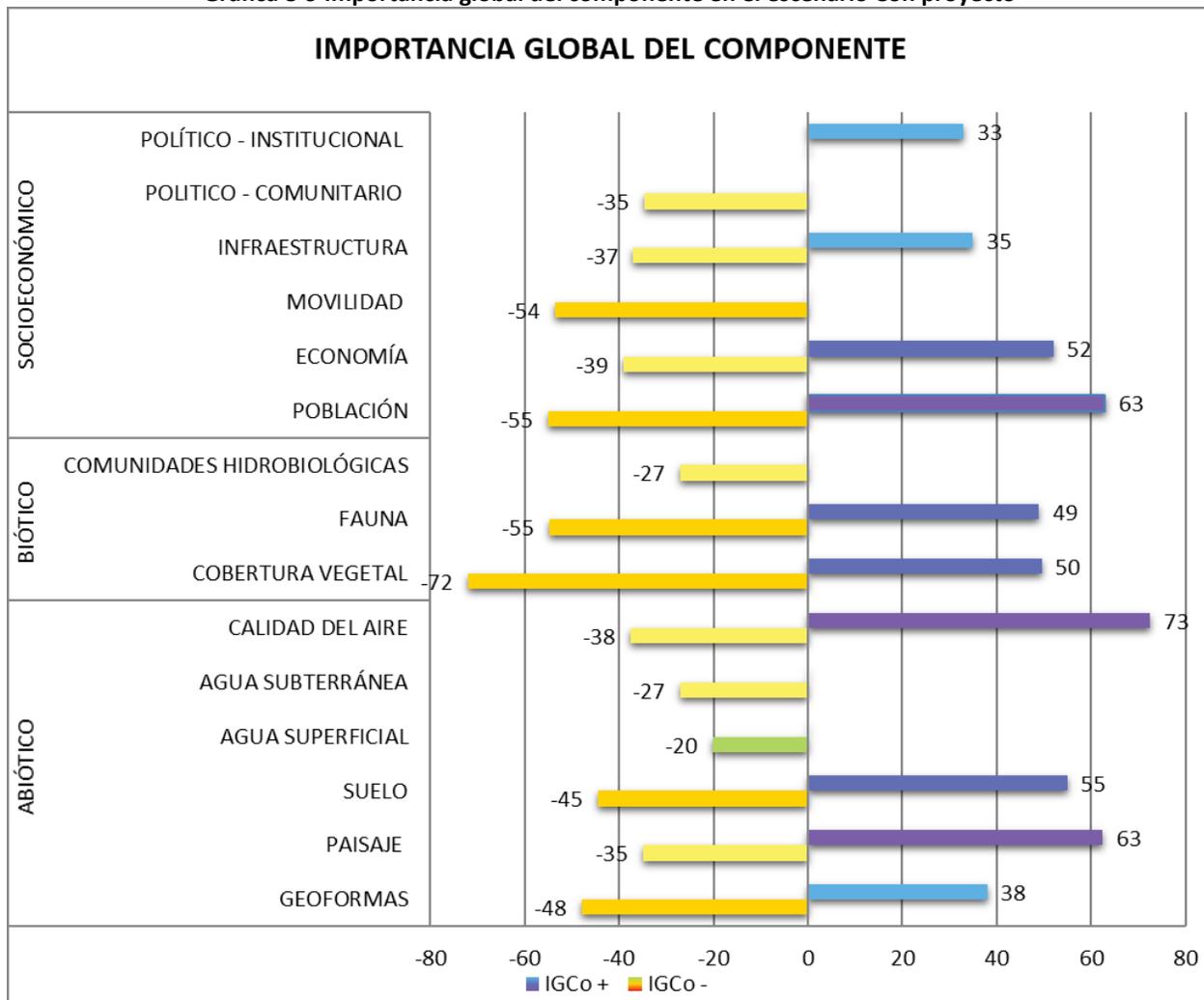


Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

Por otra parte, para la importancia global del componente, se pueden observar en la **Gráfica 8-9** que los componentes que presentan una Importancia Global de Componente IGCo- más alta corresponden a Cobertura Vegetal, Fauna, Población, Movilidad, Geoformas y Suelo con -60, -55, -55, -54, -48 y -45 puntos cada uno y una calificación **MODERADA**, mientras que dentro de una calificación **IRRELEVANTE** se encontraron los componentes restantes, mientras que solo el componente de Agua Superficial presentó una calificación **IRRELEVANTE**.

De otra parte, para la Importancia Global de Componente IGCo+ los componentes que presentaron una Importancia **SEVERA** corresponden a Calidad del aire, Paisaje y Población con 73, 63 y 63 puntos respectivamente, adicional a esto los componentes Cobertura Vegetal, Fauna, Suelo y Economía presentaron una importancia **MODERADA** mientras que los componentes Geoformas, Infraestructura y Político – Institucional con 38, 35 y 33 puntos presentan una calificación catalogada como **IRRELEVANTE**. Los componentes restantes no generan impactos positivos.

Gráfica 8-9 Importancia global del componente en el escenario Con proyecto



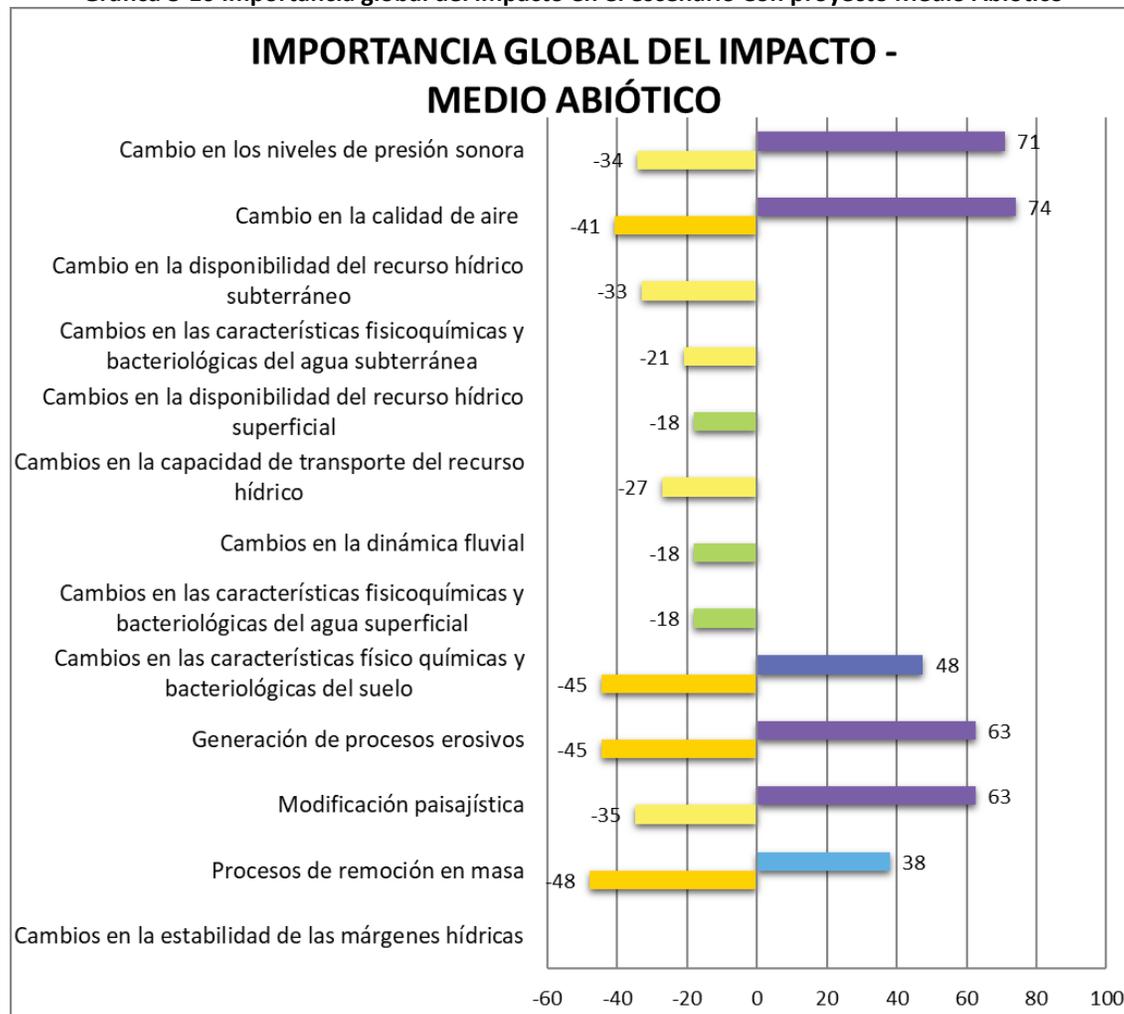
Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

En congruencia con lo anteriormente expuesto y como se evidencia en la Gráfica 8-10Gráfica 8-3, específicamente para el medio Abiótico los Impactos que presentan una Importancia Global del Impacto IGIm- mayor obedecen a Procesos de remoción en masa, Generación de procesos erosivos, Cambios en las características físico químicas y bacteriológicas del suelo y Cambio en la calidad de aire con -48, -45, -45 y -41 puntos respectivamente y una calificación de importancia **MODERADA**, mientras que los impactos que presentaron una calificación de importancia **IRRELEVANTE** corresponden a modificación paisajística, cambio en los niveles de presión sonora, cambio en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo y cambios en la capacidad de transporte del recurso hídrico con -35, -34, -33 y -27 puntos; finalmente, los impactos cambios en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial, cambios en la dinámica fluvial y cambios en la disponibilidad del recurso hídrico superficial presentaron una importancia **INSIGNIFICANTE** con -18 puntos cada uno de estos.

De otra parte, en la naturaleza positiva de los impactos Modificación paisajística, Generación de procesos erosivos, Cambio en la calidad de aire y Cambio en los niveles de presión sonora presentaron una calificación

SEVERA con 71, 74, 63 y 63 respectivamente, adicional a esto con una importancia MODERADA y 48 puntos se encuentra el impacto Cambios en las características físico químicas y bacteriológicas del suelo mientras que en la importancia **IRRELEVANTE** se encuentra catalogado únicamente el impacto correspondiente a Procesos de remoción en masa con 38 puntos.

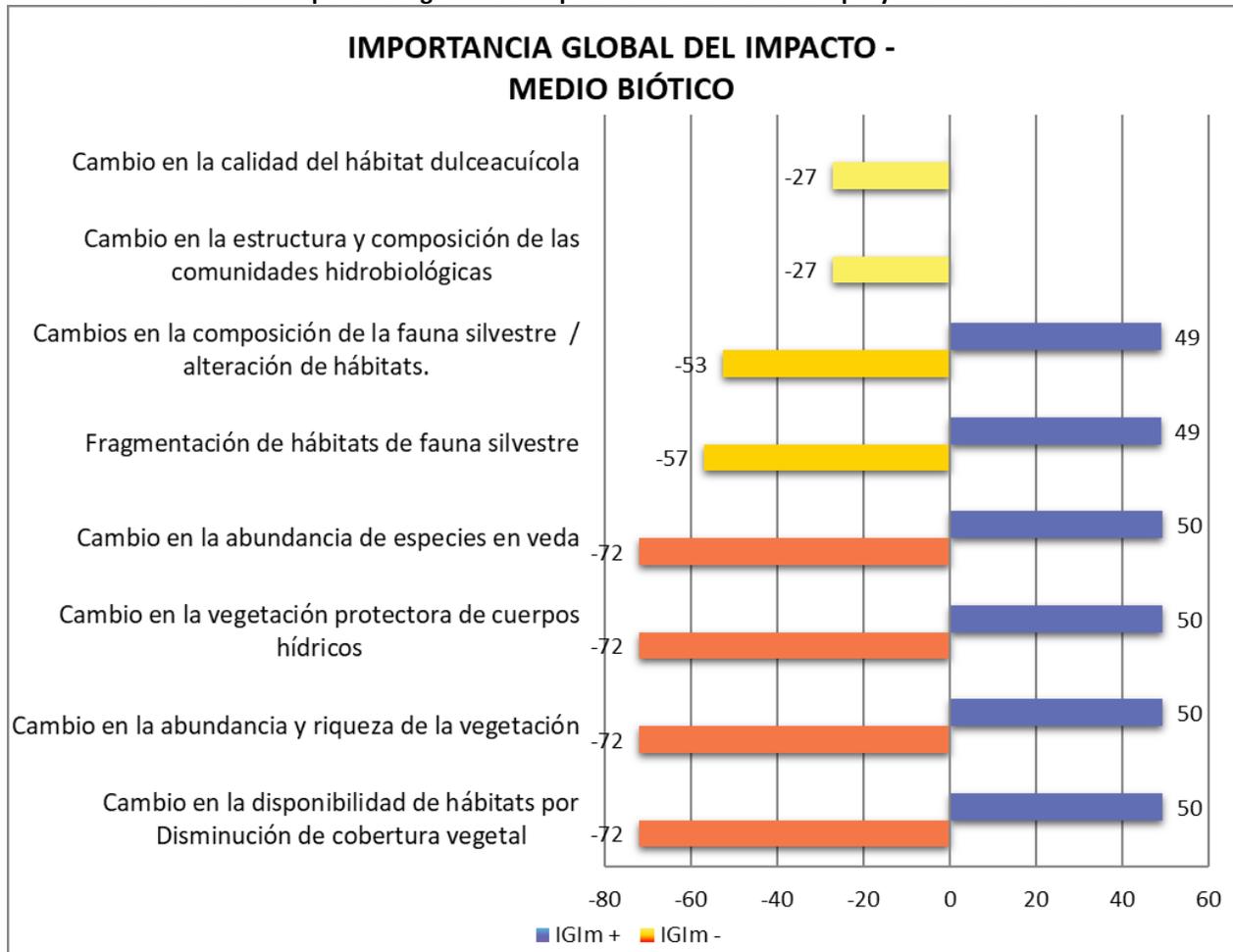
**Gráfica 8-10 Importancia global del impacto en el escenario Con proyecto Medio Abiótico**



Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

En el medio Biótico, como se evidencia en la **Gráfica 8-11** los impactos asociados con el Cambio en la disponibilidad de hábitats por Disminución de cobertura vegetal, el Cambio en la abundancia y riqueza de la vegetación, el Cambio en la vegetación protectora de cuerpos hídricos y el Cambio en la abundancia de especies en veda con --72 puntos en todos los casos presentan una calificación de importancia **SEVERA**, seguido por los impactos Fragmentación de hábitats de fauna silvestre y Cambios en la composición de la fauna silvestre / alteración de hábitats con -57 y -53 puntos respectivamente, con una clasificación **MODERADA**, mientras que el Cambio en la estructura y composición de las comunidades hidrobiológicas y el Cambio en la calidad del hábitat dulceacuícola registraron una clasificación **IRRELEVANTE** con -27 puntos cada uno.

Gráfica 8-11 Importancia global del impacto en el escenario Con proyecto Medio Biótico

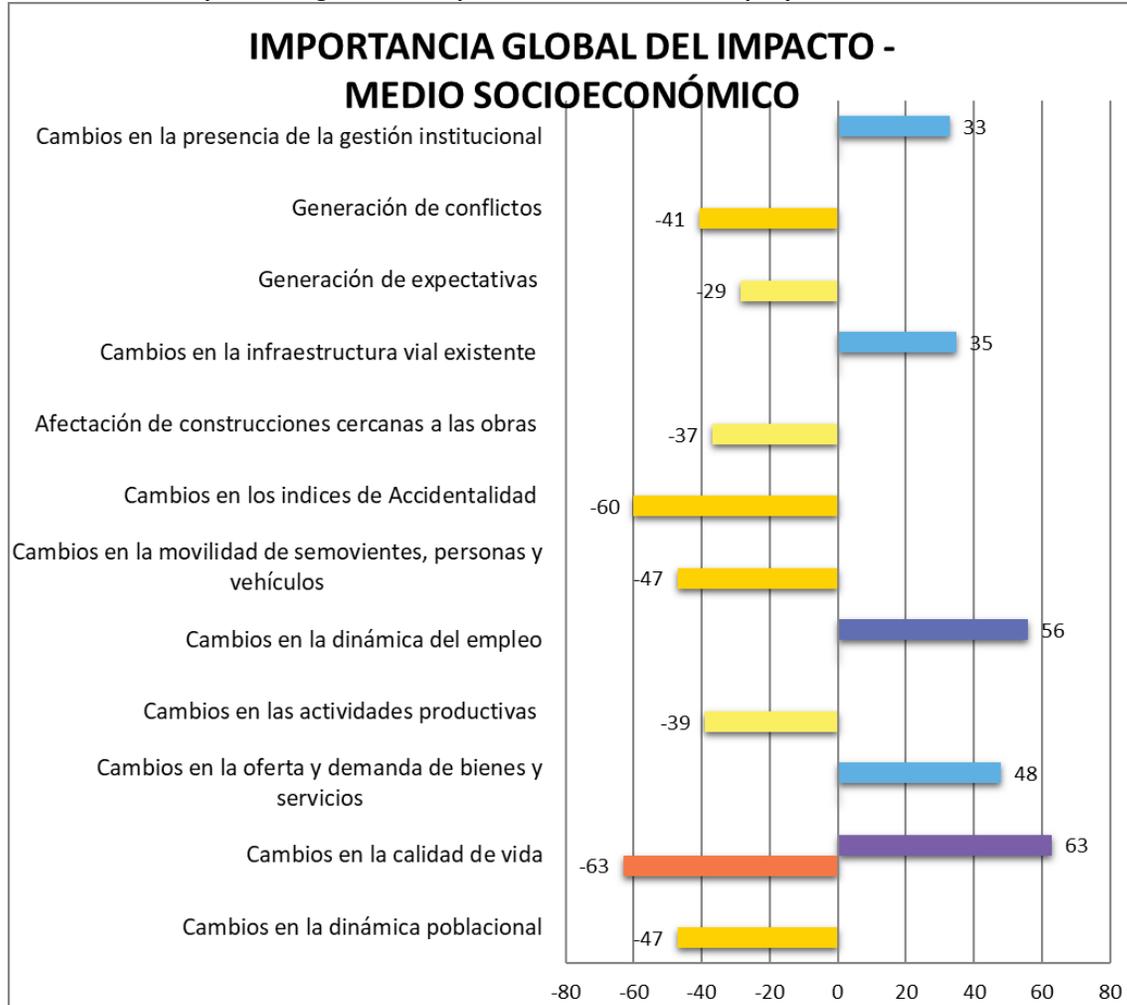


Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

Finalmente en la **Gráfica 8-12**, para el medio Socioeconómicos se observa que el Impacto que presenta una mayor importancia dentro de la evaluación corresponde a Cambios en la calidad de vida con -63 puntos y una calificación de importancia **SEVERA**, seguido por los Cambios en los índices de Accidentalidad, Cambios en la dinámica poblacional, Cambios en la movilidad de semovientes, personas y vehículos y la Generación de conflictos con una importancia **MODERADA** y -60, -47, -47 y -41 puntos respectivamente, así mismo el proyecto podrá generar impactos negativos como Cambios en las actividades productivas, Afectación de construcciones cercanas a las obras y Generación de con una calificación **IRRELEVANTE** y -39, -37 y -29 puntos, respectivamente.

En cuanto a una IGIm+ el medio presentó cinco impactos calificados con una importancia ambiental positiva **MODERADA**.

Gráfica 8-12 Importancia global del impacto en el escenario Con proyecto Medio Socioeconómico

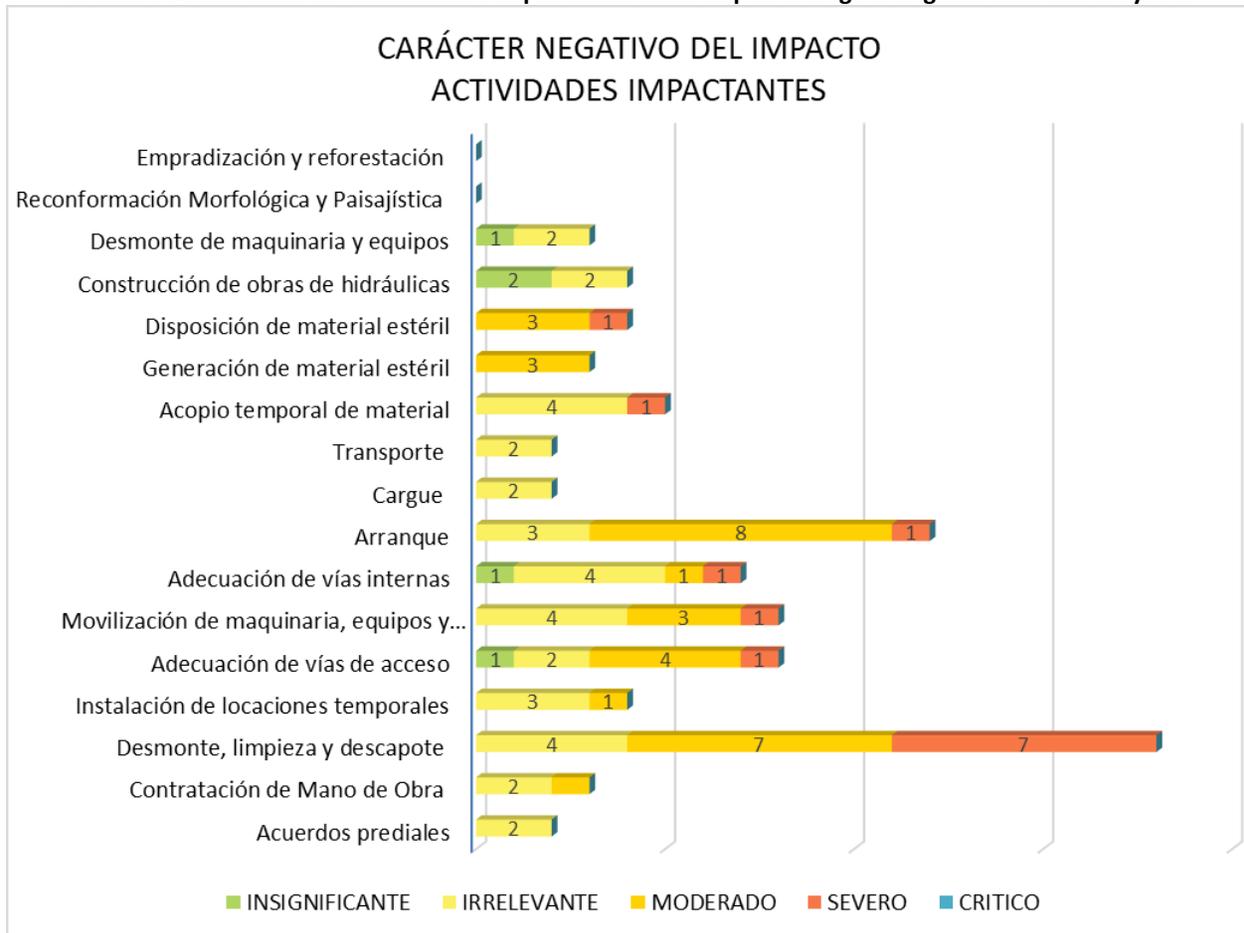


Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

### 8.2.1 Análisis de Potencialización de Conflictos Ambientales Existentes

Una vez culminada la evaluación de impactos ambientales multidisciplinaria se concluye que las actividades del proyecto que tienen una mayor probabilidad de generar impactos de naturaleza negativa (ver **Gráfica 8-13**), corresponden al Desmonte, limpieza y descapote y el Arranque con 18 y 12 interacciones respectivamente, seguido de la Movilización de maquinaria equipos y vehículos, la Adecuación de vías internas, la Adecuación de vías de acceso y el Acopio temporal de material con 8, 8, 7 y 5 interacciones respectivamente. Las actividades restantes presentan menos de 5 interacciones con el medio en la evaluación realizada.

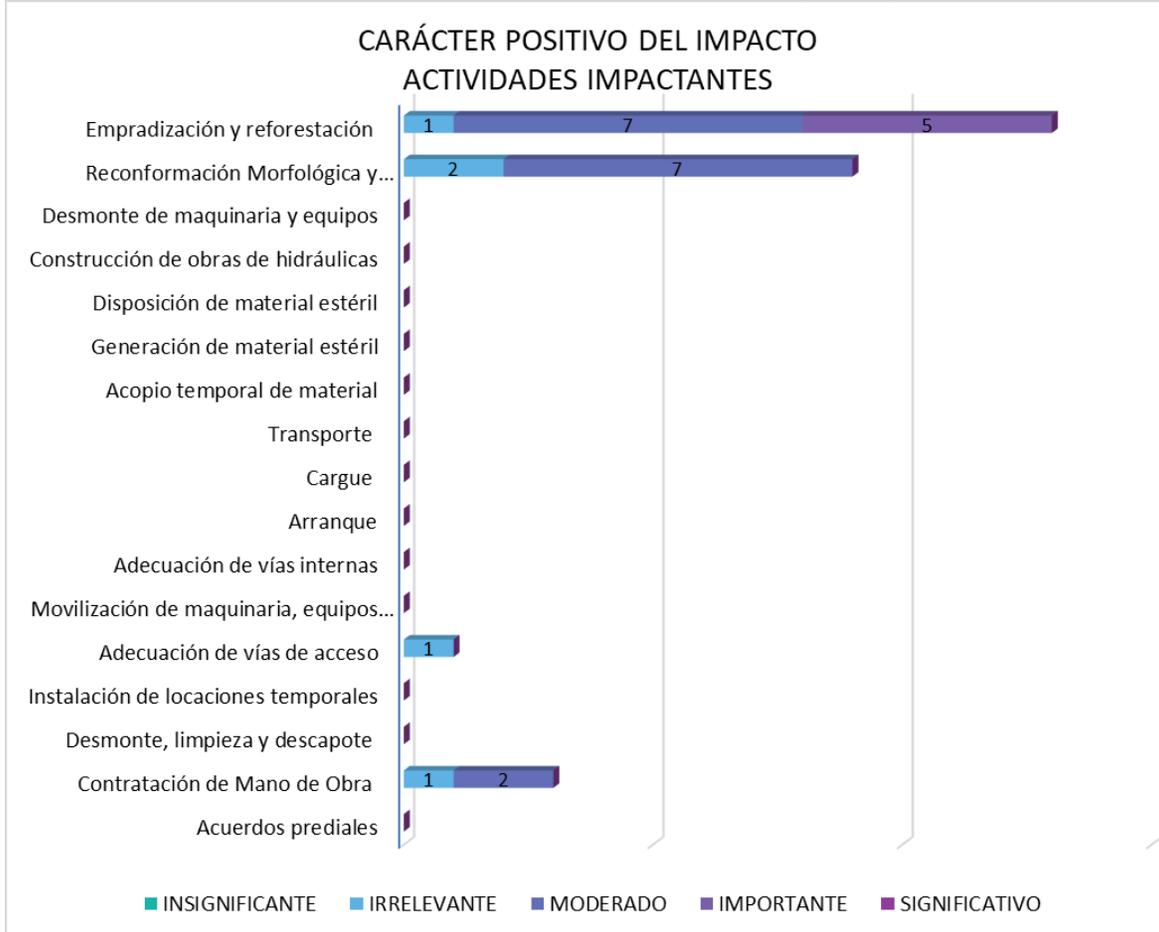
**Gráfica 8-13 Resumen de actividades e importancia de los impactos negativos generados Con Proyecto**



Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

Finalmente, las actividades generadoras de impactos de naturaleza positiva (ver **Gráfica 8-14**), que son clasificadas como los mayores potenciales de generar impactos positivos al ambiente y a la comunidad corresponden a Reconformación Morfológica y Paisajística y Empradización y reforestación con 13 y 9 interacciones respectivamente, mientras que actividades como la Contratación de Mano de Obra y la Adecuación de vías de acceso presentan 3 y 1 interacción con el medio respectivamente, finalmente, las actividades restantes no generan impactos positivos.

**Gráfica 8-14 Resumen de actividades e importancia de los impactos negativos generados Con Proyecto**



Fuente: Autopista Río Magdalena, 2020.

## 9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

A partir de la zonificación ambiental presentada en el Capítulo 6, y teniendo en cuenta la evaluación de impactos realizada en el Capítulo 8, se procede a determinar la zonificación de manejo ambiental para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante objeto de modificación de Licencia Ambiental.

Asimismo, se basa en la Zonificación de Manejo Ambiental establecida para “*Construcción de las Unidades Funcionales UF1 y UF2 Vía Remedios- Alto de Dolores*” mediante el Artículo Sexto de la Resolución 0763 del 27 de julio de 2016 modificada por el Artículo Décimo Quinto de la Resolución 2182 del 26 de noviembre de 2018.

En la **Tabla 9-1** se presentan los elementos que determinan las zonas de manejo para la explotación de la fuente de materiales El Diamante, en su área de influencia.

**Tabla 9-1. Zonificación de manejo de la actividad**

| ZONA DE MANEJO                          | DESCRIPCIÓN  | RESTRICCIÓN   | SÍMBOLO |
|---|--|---|---------|
| Áreas de Intervención con Restricciones | Áreas intervenibles, donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordadas con las actividades y etapas del proyecto y con la sensibilidad ambiental de la zona. | Zonas de ocupación de cauce   | A       |
|   |  | Cobertura de protección de rondas hídricas.   | A       |
|   |  | Zonas donde se encuentran especies epífitas   | A       |
|   |  | Empleo de vías de acceso  | A       |
|   |  | Cobertura de plantación forestal objeto de aprovechamiento                                      | M       |
|   |  | Coberturas de pastos enmalezados y pastos limpios   | B       |
|   |  | Coberturas Zonas de extracción minera   | I       |
| Áreas de Exclusión                      | Áreas con Restricción tipo Legal   | Rondas de protección cuerpos de agua (naturales y artificiales) por fuera del área del proyecto | E       |
|   |  | Rondas de protección de cuerpos lénticos (Nacimientos)  | E       |
|   |  | Flujos subsuperficiales   | E       |
|   |  | Zona de protección y conservación de bosques por fuera del área del proyecto                    | E       |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

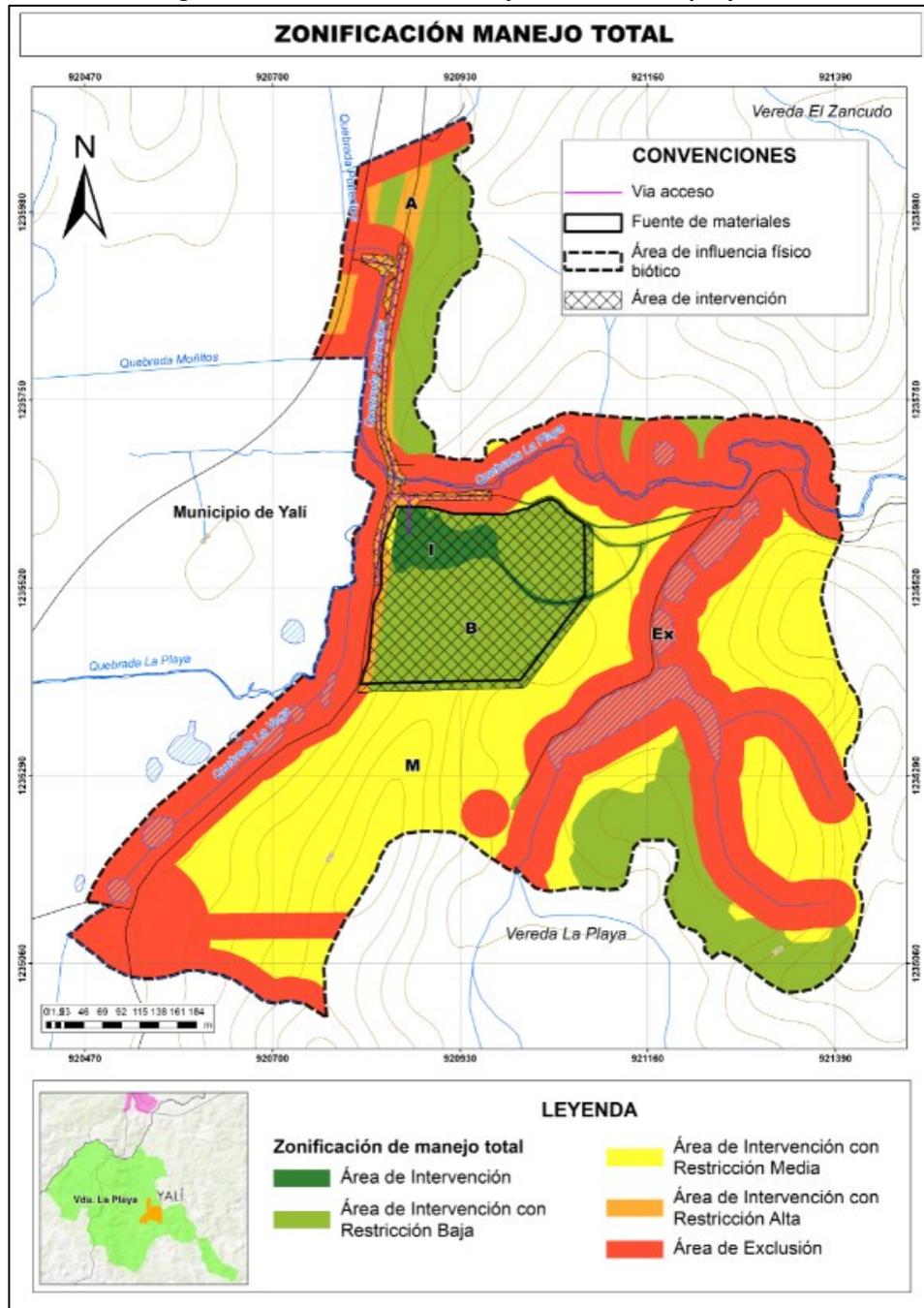
A continuación, en la **Tabla 9-2** y **Figura 9-1** se presenta de manera esquemática la zonificación de manejo para el proyecto (Ver plano ARM-DIA-031).

**Tabla 9-2. Distribución de la Zonificación de manejo para el proyecto**

| ZONIFICACIÓN MANEJO TOTAL                  |         | ÁREA DE INFLUENCIA |        | ÁREA DE INTERVENCIÓN |        |
|--|---------|--------------------|--------|----------------------|--------|
| NOMBRE                                     | SÍMBOLO | ÁREA (ha)          | %      | ÁREA (ha)            | %      |
| Área de Exclusión                          | E       | 21,56              | 44,5%  | -                    | -      |
| Área de Intervención con Restricción Alta  | A       | 1,44               | 3,0%   | 0,88                 | 14,5%  |
| Área de Intervención con Restricción Media | M       | 14,86              | 30,7%  | 0,05                 | 0,8%   |
| Área de Intervención con Restricción Baja  | B       | 9,78               | 20,2%  | 4,31                 | 71,0%  |
| Área de Intervención                       | I       | 0,83               | 1,7%   | 0,83                 | 13,7%  |
| TOTAL                                      |         | 48,47              | 100,0% | 6,06                 | 100,0% |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Figura 9-1. Zonificación de Manejo Ambiental del proyecto



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Cabe aclarar que los mapas de Zonificación de Manejo Ambiental para los medios abiótico, biótico y socioeconómico que se presentan en el **Anexo 9-1** se tuvo en cuenta los impactos para cada medio, establecidos en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental para el escenario Con Proyecto, sobre el cual se realizó un mapa de impactos por medio el cual se cruzó con el mapa de sensibilidad ambiental por medio (Capítulo 6. Zonificación Ambiental).

## 10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

### 10.1 Desarrollo de la Evaluación Económica Ambiental

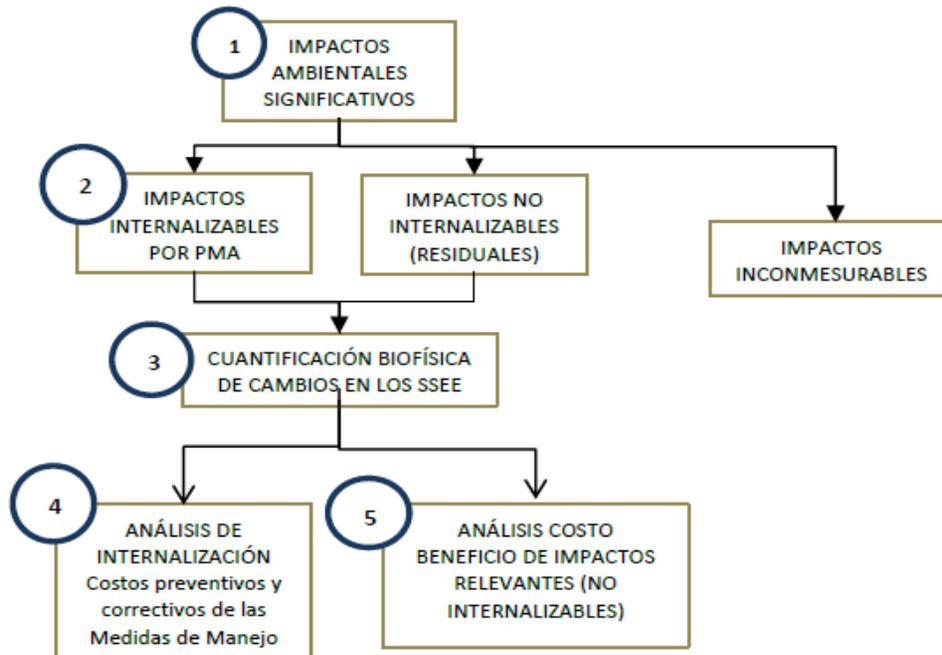
En la evaluación de proyectos, obras o actividades se identifican dos grandes momentos: el análisis *ex ante*, o antes de la ejecución de estos; y el análisis *ex post*, que se refiere al análisis realizado durante o después de su implementación.

El análisis *ex ante* involucra la predicción de consecuencias biofísicas, con base en los resultados de la evaluación de impacto ambiental que proyecta ciertos comportamientos del entorno natural frente a alteraciones generales por las actividades objeto de evaluación para licenciamiento ambiental, e implica la comparación mediante criterios, como en el caso del ACB, entre al menos dos opciones o escenarios en los que se podrían realizar el proyecto, frente a los cuales se debe analizar la viabilidad ambiental de su desarrollo (Freeman, 2003).

En el marco del Estudio de Impacto Ambiental, en el que se presenta la información detallada de la línea base, las obras previstas y la evaluación de impactos, entre otras, es indispensable realizar un análisis de internalización, que identifique los impactos que pueden ser prevenidos o corregidos mediante medidas de manejo, que permita establecer una relación de los costos asociados a dichas actividades y genere indicadores que faciliten el seguimiento a las mismas. En el EIA se debe presentar la valoración económica de los impactos que no resultan prevenibles ni corregibles (no Internalizables), estimación que constituye el principal insumo para la aplicación del Análisis Costo Beneficio – ACB como criterio de decisión. (Manual de Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental- Resolución 1669/2017)

Para este objetivo se utilizará la estructura general de evaluación económica en la evaluación ambiental de un proyecto obra o actividad descrita en el manual citado anteriormente:

**Figura 10-1. Estructura de la Evaluación Económica Ambiental**



Fuente: Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental. MADS 2017.

### 10.1.1 Impactos Ambientales Significativos

Para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante se clasificaron los impactos teniendo en cuenta los criterios que proceden de la evaluación ambiental: el carácter, la magnitud, la cobertura, duración, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad e importancia, esta clasificación se desarrolla en el aparte de la Evaluación ambiental del complemento del EIA. Esta evaluación arrojó la calificación tomando en consideración la alteración potencial de los impactos y se jerarquizaron de la siguiente manera: críticos, severos, moderados, irrelevantes e insignificantes, para las alteraciones de carácter negativo. En cuanto a las alteraciones de características positivas la jerarquización de los impactos se estableció como significativo, importante, moderado, irrelevantes e insignificantes. Para las actividades de la modificación se identificaron treinta y tres (33) impactos ambientales de los cuales 29 corresponden a impactos negativos y 4 positivos.

En este sentido a Concesión Autopistas Río Magdalena S.A.S. define como criterio para seleccionar los impactos que serán objeto de evaluación económica ambiental para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante, aquellos con significancia global de MODERADOS, SEVEROS y CRITICOS, significancia que corresponde con las afectaciones más relevantes a los servicios ecosistémicos que podrían de una u otra manera disminuir el bienestar de la población del área de influencia de la Fuente de Materiales El Diamante.

**Tabla 10-1. Impactos Ambientales Significativos**

| Medio                           | Elemento             | Impactos Significativo   | IG Im    |
|---------------------------------|----------------------|--|----------|
| ABIÓTICO                        | Geoformas            | Proceso de remoción en masa  | MODERADO |
|                                 | Suelo                | Generación de procesos erosivos  | MODERADO |
|                                 |                      | Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del suelo     | MODERADO |
|                                 | Calidad del Aire     | Cambio en la calidad del aire  | MODERADO |
| BIÓTICO                         | Cobertura Vegetal    | Cambio en la disponibilidad de hábitats por disminución de cobertura vegetal | SEVERO   |
|                                 |                      | Cambio en la abundancia y riqueza de la vegetación                           | SEVERO   |
|                                 |                      | Cambio en la vegetación protectora de cuerpos hídricos                       | SEVERO   |
|                                 |                      | Cambio en la abundancia de especies en Veda                                  | SEVERO   |
|                                 | Fauna                | Fragmentación de hábitats de fauna silvestre                                 | MODERADO |
|                                 |                      | Cambios en la composición de la fauna silvestre / alteración de hábitat      | MODERADO |
| SOCIOECONOMICO                  | Población            | Cambio en la dinámica poblacional  | MODERADO |
|                                 |                      | Cambios en la calidad de vida  | SEVERO   |
|                                 | Movilidad            | Cambio en la movilidad de semovientes  | MODERADO |
|                                 |                      | Cambio en los índices de accidentalidad                                      | MODERADO |
|                                 | Político-Comunitario | Generación de conflictos   | MODERADO |
|                                 | Economía             | Cambios en la oferta y demanda de bienes y servicios                         | MODERADO |
| Cambio en la dinámica de empleo |                      | MODERADO   |          |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

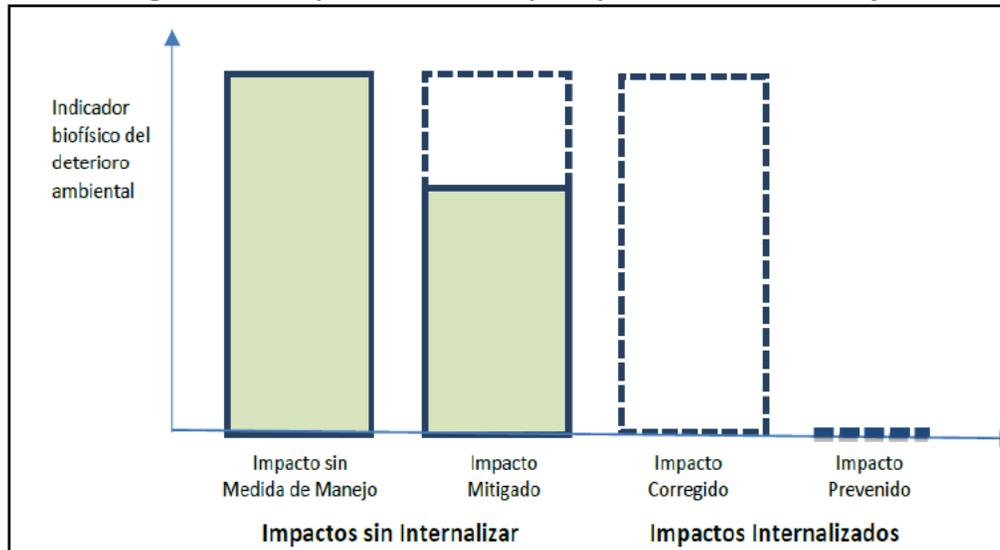
Por lo tanto, para el desarrollo del presente capítulo, los anteriores impactos (17), son catalogados como *impactos significativos* asociados a la ejecución de la modificación de la licencia para el proyecto “Construcción de las Unidades Funcionales UF1 y UF2 vía Remedios – Alto de Dolores” por la inclusión de la fuente de materiales El Diamante.

### 10.1.2 Impactos Internalizables por PMA

Una vez identificados los impactos susceptibles de ser valorados económicamente, se deben seleccionar aquellos impactos que, de acuerdo con el análisis y el planteamiento de las medidas de manejo, se puedan evitar o corregir; es decir, aquellos impactos que puedan ser internalizados<sup>4</sup>.

Según el planteamiento presentado; en la siguiente figura se ilustra el comportamiento de un indicador biofísico, afectado por la presencia de un impacto ambiental, al ser implementadas dichas medidas para su internalización:

<sup>4</sup>Análisis de Internalización “Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental”, adoptados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 1667 de 2017.

**Figura 10-2. Comportamiento del impacto por las medidas de manejo**


Fuente: Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental. MADS. 2017.

De acuerdo con lo anterior, se procede a realizar la jerarquización de impactos significativos con el fin de identificar aquellos que son internalizados por las medidas del PMA.

**Tabla 10-2. Jerarquización de Impactos Ambientales Significativos**

| Medio            | Elemento  | Impactos Significativo   | Ficha de PMA  | Medida de Manejo                       |
|------------------|---|--|---|--|
| ABIÓTICO         | Geoforma  | Proceso de remoción en masa  | MRS-002 Manejo de Taludes, Laderas y control de erosión | Prevención<br>Corrección<br>Mitigación |
|                  | Suelo   | Generación de procesos erosivos  | MRS-001 Manejo y disposición de material de excavación  | Corrección<br>Mitigación               |
|                  |   | Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del suelo     |   |  |
| Calidad del Aire | Cambio en la calidad del aire   | MRA-001 Manejo y control de fuentes de emisión y ruido                       | Prevención<br>Corrección<br>Mitigación                  |  |
| BIÓTICO          | Cobertura Vegetal   | Cambio en la disponibilidad de hábitats por disminución de cobertura vegetal | MRS-001 Manejo de remoción de cobertura vegetal         | Prevención<br>Corrección               |
|                  |   | Cambio en la abundancia y riqueza de la vegetación                           |   |  |
|                  | Fauna   | Cambio en la vegetación protectora de cuerpos hídricos                       | MRFF-001 Manejo de Flora                                | Prevención<br>Corrección               |
|                  |   | Cambio en la abundancia de especies en Veda                                  |   |  |
| Fauna            | Fragmentación de hábitats de fauna silvestre                            | MRFF-002 Manejo Fauna  | Prevención<br>Corrección                                |  |
|                  | Cambios en la composición de la fauna silvestre / alteración de hábitat |  |   |  |

| Medio                 | Elemento             | Impactos Significativo                  | Ficha de PMA   | Medida de Manejo                       |
|-----------------------|----------------------|---|--|--|
| <b>SOCIOECONOMICO</b> | Población            | Cambio en la dinámica poblacional       | MSC-004 Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña | Prevención                             |
|                       |                      | Cambios en la calidad de vida           |  |  |
|                       | Movilidad            | Cambio en la movilidad de semovientes   | MSC-006 Cultura Vial   | Prevención                             |
|                       |                      | Cambio en los índices de accidentalidad | MSC-006 Cultura Vial   | Prevención                             |
|                       | Político-Comunitario | Generación de conflictos                | MSC-002 Atención a inquietudes, solicitudes de las comunidades           | Prevención<br>Corrección<br>Mitigación |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

En concordancia con lo anterior, la Concesión Autopistas Río Magdalena S.A.S. considera que teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en los Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental. MADS. 2017 las fichas seleccionadas para el análisis de internalización corresponden a:

1. MRS-001 Manejo de remoción de cobertura vegetal
2. MRFF-001 Manejo de Flora
3. MRFF-002 Manejo de Fauna
4. MSC-004 Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña
5. MSC-006 Cultura Vial

No obstante, en cumplimiento al requerimiento 11 del acta 36 del 2020, se reclasifican los impactos teniendo en cuenta que los impactos del medio biótico deben ser valorados económicamente, por lo tanto, las fichas incluidas en el análisis de internalización corresponden a:

1. MSC-004 Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña
2. MSC-006 Cultura Vial

Estas medidas de manejo cumplen con el objetivo de prevención y/o corrección, si bien en ellas se incluyen varios impactos identificados para la modificación de la licencia ambiental, solamente se seleccionaron como impactos Internalizables los siguientes:

1. Cambio en la dinámica poblacional
2. Cambio en la calidad de vida
3. Cambio en la movilidad de semovientes
4. Cambio en los índices de accidentalidad

Esta selección corresponde con los costos que la Autopistas Río Magdalena S.A.S. considera que cumple con los criterios para este análisis como lo es:

- La predictibilidad temporal y espacial del cambio biofísico
- Alta certeza y exactitud en las medidas de prevención o corrección de dichos impactos

- Los programas o medidas contemplados para realizar la corrección tienen una efectividad cercana al 100%

### 10.1.3 Impactos No Internalizables (Residuales)

Son todos aquellos impactos que no pueden controlarse mediante medidas de manejo de prevención y/o corrección, por tanto, los impactos no internalizables identificados para la inclusión de la fuente de material El Diamante, corresponden a:

1. Proceso de remoción en masa
2. Generación de procesos erosivos
3. Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del suelo
4. Cambio en la calidad del aire
5. Fragmentación de hábitats de fauna silvestre
6. Cambios en la composición de la fauna silvestre / alteración de hábitat
7. Cambio en la disponibilidad de hábitats por disminución de cobertura vegetal
8. Cambio en la abundancia y riqueza de la vegetación
9. Cambio en la vegetación protectora de cuerpos hídricos
10. Cambio en la abundancia de especies en veda
11. Generación de conflictos
12. Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios
13. Cambio en la dinámica de empleo

### 10.1.4 Cuantificación Biofísica de Cambios en los servicios ecosistémicos - SSEE

Al referirse a unidades o cuantificación biofísica, se alude a la medición del cambio ambiental que causa el proyecto sobre el factor o servicio ambiental. En este sentido se especificarán las afectaciones ambientales y sociales que se espera realizar con las actividades propias de la explotación de la fuente de materiales.

Con respecto a la intervención al suelo y coberturas, a continuación, se describen la afectación a las diferentes coberturas identificadas en el área de influencia (AI):

**Tabla 10-3. Áreas de Intervención por coberturas**

| N1_COBERT                            | N2_COBERT                                   | N3_COBERT                        | COD. Corine<br>land cover | AI           |        |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------|--------------|--------|
|                                      |   |                                  |                           | Área<br>(Ha) | % Área |
| (% )Bosques y Áreas<br>Seminaturales | Bosques                                     | Bosque de galería y/o<br>ripario | 314                       | 0,12         | 2,03%  |
|                                      |   | Plantación forestal              | 315                       | 0,53         | 8,41%  |
| Superficies de Agua                  | Aguas continentales                         | Ríos                             | 511                       | 0,00         | 0,07%  |
| Territorios Agrícolas                | Pastos                                      | Pastos enmalezados               | 233                       | 3,99         | 66,81% |
|                                      |   | Pastos limpios                   | 231                       | 0,18         | 2,86%  |
| Territorios<br>Artificializados      | Zonas de extracción<br>minera y escombreras | Zonas de extracción minera       | 131                       | 0,89         | 14,25% |

| N1_COBERT    | N2_COBERT  | N3_COBERT                                  | COD. Corine<br>land cover | AI           |                |
|--------------|--|--|---------------------------|--------------|----------------|
|              |  |  |                           | Área<br>(Ha) | % Área         |
|              | Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 122                       | 0,35         | 5,56%          |
| <b>TOTAL</b> |  |  |                           | <b>6,06</b>  | <b>100,00%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2019.

Con la tabla anterior se resalta que las unidades de cobertura que prestan mayores servicios ecosistémicos son las zonas de pastos y bosques de galería pese a que su intervención será mínima.

Para las actividades de la explotación de la fuente de materiales El Diamante, no se solicitará concesión de agua ni superficial ni subterránea adicional a la autorizada por la Autoridad Ambiental. En cuanto al vertimiento se mantiene lo establecido en el Artículo Séptimo de la Resolución 763 del 27 de julio de 2016 modificado por el Artículo Sexto de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018.

En cuanto al aprovechamiento forestal, a continuación, se presenta el volumen adicional solicitado para el desarrollo de las actividades de la modificación:

**Tabla 10-4. Volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono por especie**

| Especie                         | Volumen total | Volumen comercial |
|---------------------------------|---------------|-------------------|
| <i>Ochroma pyramidale</i>       | 9,58          | 5,43              |
| <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> | 7,96          | 4,85              |
| <i>Cedrela odorata</i>          | 1,62          | 0,89              |
| <i>Cecropia obtusifolia</i>     | 0,67          | 0,37              |
| <i>Vismia baccifera</i>         | 0,32          | 0,06              |
| <i>Inga sp</i>                  | 0,27          | 0,07              |
| <i>Bactris sp</i>               | 0,05          | 0,03              |
| <i>Vismia macrophylla</i>       | 0,04          | 0,02              |
| <b>Total</b>                    | <b>20,51</b>  | <b>11,72</b>      |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Después de referirnos a algunos de los cambios ambientales esperados en el escenario con modificación, en la siguiente tabla se detalla la cuantificación biofísica para los impactos seleccionados como significativos.

**Tabla 10-5. Cuantificación Biofísica por Impacto Significativo**

| Medio    | Impactos Significativo          | SSEE       | Valor | Unidad    | Observación   |
|----------|---------------------------------|------------|-------|-----------|---|
| Abiótico | Proceso de remoción en masa     | Regulación | 6,06  | Hectáreas | La cuantificación biofísica para los impactos del medio abiótico relacionados con el suelo corresponde con el área total de |
|          | Generación de procesos erosivos | Regulación | 6,06  | Hectáreas |   |

| Medio   | Impactos Significativo   | SSEE              | Valor  | Unidad                                  | Observación   |
|---------|--|-------------------|--|---|---|
|         | Cambio en las características físicoquímicas y bacteriológicas del suelo     | Regulación        | 6,06   | Hectáreas                               | intervención para la modificación de la licencia (ver tabla 5.2-4 capítulo 5_5.2)   |
|         | Cambio en la calidad del aire  | Regulación        | 75 Mg/M <sup>3</sup><br>37 Mg/M <sup>3</sup> | PM <sub>10</sub> y<br>PM <sub>2.5</sub> | Corresponde los niveles máximos permisibles de PM10 y PM2.5 respectivamente, no obstante, para efectos de la valoración económica se estimó sobre la afectación a la población vecina del proyecto (vereda la Playa -4 unidades sociales) (numeral 5.1.10 capítulo 5_5.1)   |
| Biótico | Cambio en la disponibilidad de hábitats por disminución de cobertura vegetal | Soporte           | 4,82   | Hectáreas                               | Corresponde con el área de intervención en las coberturas naturales y la cobertura de plantación forestal (ver tabla 5.2-4 capítulo 5_5.2)  |
|         | Cambio en la abundancia y riqueza de la vegetación                           | Aprovisionamiento | 4,82   | Hectáreas                               |   |
|         | Cambio en la vegetación protectora de cuerpos hídricos                       | Regulación        | 0,65   | Hectáreas                               | Correspondiente a las coberturas de bosques y plantaciones (ver tabla 5.2-4 capítulo 5_5.2)   |
|         | Cambio en la abundancia de especies en Veda                                  | Soporte           | 20783  | cm <sup>2</sup>                         | Epifitas no vasculares presentes en el área con una cobertura de 20783,28 cm <sup>2</sup> perteneciente a cuatro (4) especies, cuatro (4) géneros y cuatros (4) familias (ver capítulo 7 del complemento del EIA)   |
|         | Fragmentación de hábitats de fauna silvestre                                 | Soporte           | 4,82   | Hectáreas                               | Se identificó dentro de la caracterización del área de influencia varias especies de reptiles, anfibios, avifauna entre otros (Capítulo 5_5.2) sin embargo presentar un cambio de especies es difícil predecir en un escenario ex ante, más aún cuando se presentan medidas preventivas para estos impactos. Por lo tanto, se valora sobre el área de coberturas naturales y seminaturales a ser afectadas. |
|         | Cambios en la composición de la fauna silvestre / alteración de hábitat      | Soporte           |  |   |   |
| Soci al | Cambio en la dinámica poblacional  | Bienestar Humano  | 11   | Personas                                | Esta cuantificación hace referencia a la población vecina   |

| Medio | Impactos Significativo                               | SSEE             | Valor | Unidad  | Observación   |
|-------|--|------------------|-------|---------|---|
|       | Cambios en la calidad de vida                        | Bienestar Humano |       |         | al proyecto la cual es la directamente afectada por los impactos de las actividades de la mina el Diamante, según la caracterización del medio socioeconómico son cinco fincas (ver tabla 5.3-9 capítulo 5_5.3) |
|       | Cambio en la movilidad de semovientes                | Bienestar Humano |       |         |   |
|       | Cambio en los índices de accidentalidad              | Bienestar Humano |       |         |   |
|       | Generación de conflictos                             | Bienestar Humano |       |         |   |
|       | Cambios en la oferta y demanda de bienes y servicios | Bienestar Humano | 10    | Empleos | Empleos de mano de obra no calificada   |
|       | Cambio en la dinámica de empleo                      | Bienestar Humano |       |         |   |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 10.1.5 Análisis de Internalización

En esta sección se presenta el análisis de internalización de los impactos para la inclusión de la Fuente de Materiales El Diamante, cuyos efectos pueden ser prevenidos y/o corregidos completamente a partir de la adecuada gestión e implementación del Plan de Manejo Ambiental

Este conjunto de impactos no son objeto de aproximación monetaria en el ejercicio de valoración económica o análisis costo beneficio, debido a que no generan efectos residuales en el ecosistema o en la sociedad, en consecuencia, se procede a realizar el respectivo análisis de internalización para cada impacto teniendo en cuenta el desarrollo procedimental definido en los Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos objeto de licenciamiento ambiental (Resolución 1669/2017), a continuación se presenta la relación de impactos internalizados frente a las fichas del Plan de Manejo Ambiental PMA que los previenen o corrigen.

**Tabla 10-6. Impactos Internalizables**

| Impactos Internalizables                | Ficha de PMA que internaliza el impacto                                  | Medida de Manejo |
|---|--|------------------|
| Cambio en la dinámica poblacional       | MSC-004 Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña | Prevención       |
| Cambios en la calidad de vida           |  |                  |
| Cambio en la movilidad de semovientes   | MSC-006 Cultura Vial   | Prevención       |
| Cambio en los índices de accidentalidad | MSC-006 Cultura Vial   | Prevención       |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

El análisis de internalización es presentado de acuerdo con los lineamientos establecidos en el manual de Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos objeto de licenciamiento ambiental, donde se indica la información que debe contener el mismo, así:



- 8) Se anexa archivo en Excel con el flujo de costos y beneficios; donde se evidencia el VPN de cada valoración adelantada y las memorias de cálculo.

#### 10.1.6.1 Obtención de los principales Criterios de Decisión

Después de estimar los costos y beneficios identificados para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante, es indispensable calcular el flujo económico y el criterio de decisión denominado: Relación Beneficio Costo – RBC, este flujo debe llevarse a su valor presente neto.

Una vez se tiene el flujo de costos y beneficios consolidado, este debe descartarse utilizando la tasa social de descuento, con el fin de obtener el Valor Presente Neto – VPN de los beneficios/costos. La Tasa Social de Descuento – TSD, es uno de los parámetros más importantes en la evaluación socioeconómica de proyectos, por ser el factor que permite comparar los beneficios y los costos económicos en diferentes momentos del tiempo y con relación al mejor uso alternativo de esos recursos.

A diferencia de las tasas de interés empleadas en evaluaciones privadas, la TSD incluye las preferencias de las generaciones futuras para el cálculo del VPN. La TSD empleada puede decrecer o mantenerse fija en los periodos de tiempo bajo estudio y su elección debe ser suficientemente justificada. Para Colombia, este indicador es del 3,1% anual, correspondiente a la tasa social de descuento para proyectos ambientales. (DNP [www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co)). El cálculo del VPNE se obtiene aplicando la fórmula:

$$VPN = \sum_{i=0} \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Dónde:

- Bi Beneficios: Corresponde a la valoración de los beneficios en el año i;
- Ci Costos: El valor de los impactos negativos en el año i;
- r : Es la tasa social de descuento;
- i : Es el indicador del año.

El criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPN mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente, como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 10-7 Interpretación del indicador VPN**

| VALOR PRESENTE NETO | INTERPRETACIÓN   |
|---------------------|--|
| VPN > 0             | Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por tanto, se acepta el proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social |
| VPN = 0             | El proyecto no produce beneficios ni costos. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social                 |
| VPN < 0             | Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.     |

Fuente: MAVDT & CEDE, 2010

Existe otro indicador de análisis para la viabilidad del proyecto, la relación beneficio / costo. La cual está dada por el cociente entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de los costos.

$$RBC = \frac{\sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}} = \frac{VPN \text{ beneficios}}{VPN \text{ costos}}$$

Un indicador menor que uno, significa que el proyecto provoca un deterioro en bienestar social, y un indicador igual a cero, significa que el proyecto no genera cambios en bienestar, como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 10-8 Interpretación del indicador RCB**

| RELACIÓN BENEFICIO COSTO | INTERPRETACIÓN  |
|--------------------------|---|
| <b>RBC &gt; 1</b>        | El megaproyecto genera bienestar social, por lo tanto, se acepta el megaproyecto.           |
| <b>RBC = 1</b>           | El megaproyecto no presenta cambios en bienestar social, por lo tanto, es indiferente.      |
| <b>RBC &lt; 1</b>        | El megaproyecto empeora el bienestar social. Por lo tanto, no es recomendable su ejecución. |

Fuente: MAVDT & CEDE, 2010

De acuerdo con los cálculos realizados en la evaluación económica ambiental se construyó el flujo de costos y beneficios el cual es presentado en el Anexo 10-2, donde se obtienen los siguientes resultados.

**Tabla 10-9 Indicadores del análisis de flujo económico**

| FLUJO ECONÓMICO | ACB         |
|-----------------|-------------|
| Costos          | 153.013.905 |
| Beneficios      | 269.217.955 |
| VPN             | 116.204.050 |
| RCB             | <b>1,76</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### 10.1.6.2 Análisis de Sensibilidad e Incertidumbre

El análisis de sensibilidad tiene dentro de sus objetivos reflejar las variaciones en el flujo de caja ante las variaciones de las condiciones establecidas en los criterios económicos de valoración, reflejando cambios en los indicadores obtenidos. Por consiguiente, un aumento o disminución en los costos o beneficios estimados pueden desencadenar la no viabilidad del proyecto, por lo que se hace necesario evaluar el flujo de caja del proyecto ante diferentes escenarios mejorando el asertividad en la toma de decisiones. Como se puede observar en la tabla anterior, la construcción del proyecto es viable económicamente hablando, ya que sus indicadores son positivos.

Ahora, para expresar cambios significativos se configura una matriz de doble entrada, los cuales corresponden a un escenario crítico en el que se aumenten los costos ambientales en un 10% y 20%, y se disminuyen los beneficios en la misma proporción.

**Tabla 10-10 Análisis de Sensibilidad**

| %   | BENEFICIOS  | COSTOS      | VPN        | RBC  |
|-----|-------------|-------------|------------|------|
| 20% | 269.217.955 | 183.616.686 | 85.601.269 | 1,47 |

| %         | BENEFICIOS         | COSTOS             | VPN                | RBC         |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| 10%       | 269.217.955        | 168.315.296        | 100.902.659        | 1,60        |
| <b>0%</b> | <b>269.217.955</b> | <b>153.013.905</b> | <b>116.204.050</b> | <b>1,76</b> |
| -10%      | 242.296.159        | 153.013.905        | 89.282.254         | 1,58        |
| -20%      | 215.374.364        | 153.013.905        | 62.360.459         | 1,41        |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Obtenidos los resultados, la Concesionaria Autopista Río Magdalena S.A.S. evidencia que, con la entrada del proyecto vial, los beneficios sociales son superiores a los costos, incluso con un aumento de los costos del 20% y una disminución de los beneficios en la misma escala.

### 10.1.6.3 Conclusiones e integración de resultados a la evaluación ambiental

Con los resultados obtenidos en el análisis costo beneficio, se concluye que desde la valoración económica ambiental, la modificación de la licencia para la inclusión de la fuente de materiales el Diamante es viable, ahora bien integrando los resultados a los valores obtenidos en las evaluaciones económicas ambientales presentadas en el marco del licenciamiento del proyecto “Construcción de las Unidades Funcionales UF1 y UF2 vía Remedios – Alto de Dolores”, es considerado viable ambiental y socialmente, dado que su relación costo beneficio es mayor a uno, lo que representa una ganancia de bienestar en la población del área de influencia.

**Tabla 10-11 Resultados del Análisis Costo Beneficio del Proyecto**

| FLUJO ECONÓMICO | Resolución 763 del 2016 | Resolución 2182 del 2018 | Fuente de Materiales El Diamante | Valores ACB del Proyecto |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Costos          | 17.384.999.879          | 20.291.807.861           | 153.013.905                      | 37.829.821.645           |
| Beneficios      | 24.963.092.864          | 30.503.093.311           | 269.217.955                      | 55.735.404.130           |
| VPN             | 7.578.092.984           | 10.211.285.450           | 116.204.050                      | 17.905.582.485           |
| RCB             | <b>1,44</b>             | <b>1,50</b>              | <b>1,76</b>                      | <b>1,47</b>              |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

## 11 PLANES Y PROGRAMAS

### 11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El presente capítulo se presenta como complemento del estudio de impacto ambiental para realizar la modificación de la Licencia Ambiental resolución 763 del 27 de julio de 2016 otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) modificado por la Resolución 2182 de 2018, para el proyecto “Construcción de la vía Remedios – Alto de dolores (Antioquia) Unidades Funcionales 1 y 2”, con el objeto de incluir la Fuente de Materiales El Diamante.

#### 11.1.1.1 Estructura general del Plan de Manejo Ambiental

A continuación, en la **Tabla 11-1** se establecen las Fichas de manejo que conforman el Plan de Manejo Ambiental aprobado mediante la resolución 763 del 27 de julio de 2016 otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) modificado por la Resolución 2182 de 2018, para el proyecto “Construcción de la vía Remedios – Alto de dolores (Antioquia) Unidades Funcionales 1 y 2” y un consolidado de los ajustes realizados con el objeto de incluir la Fuente de Materiales El Diamante.

**Tabla 11-1. Plan de Manejo Ambiental para la presente solicitud de Modificación de Licencia Ambiental**

| Plan de Manejo Ambiental Resolución 763 de 2016 modificado por la Resolución 2182 de 2018 |  |           |  | Presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental para la inclusión de El Diamante |  |
|---|--|-----------|--|---|--|
| Medio   | Programa                                   | Ficha No. | Nombre   | Aplicabilidad   | Ajuste realizado   |
| ABIÓTICO  | Programa de Manejo del recurso suelo (MRS) | MRS-01    | Manejo y disposición de Material de Excavación   | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para el material estéril proveniente de la actividad de explotación de la Cantera y adecuación de la vía de acceso.                    |
|   |  | MRS -02   | Manejo de taludes, laderas y control de erosión  | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para los taludes de la vía de acceso y los taludes y bermas de la fuente de materiales   |
|   |  | MRS -03   | Manejo de materiales, patios de acopio en los frentes de obra, equipos de construcción y taller de mantenimiento | SI  | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|   |  | MRS -04   | Manejo paisajístico  | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la vía de acceso y la fuente de materiales  |
|   |  | MRS -05   | Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos   | SI  | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |

| Plan de Manejo Ambiental Resolución 763 de 2016 modificado por la Resolución 2182 de 2018 |  |           |   | Presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental para la inclusión de El Diamante |  |
|---|--|-----------|---|---|--|
| Medio   | Programa                                     | Ficha No. | Nombre  | Aplicabilidad   | Ajuste realizado   |
|   |  | MRS -06   | Manejo de planta de asfalto y concreto                | NO  | <b>Ficha anterior no ajustada</b><br>Esta ficha no se ajusta debido a que para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante no se requiere de plantas.  |
|   | Programa de Manejo del recurso hídrico (MRH) | MRH-001   | Manejo de residuos líquidos                           | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
|   |  | MRH-002   | Manejo de captación                                   | NO  | <b>Ficha anterior no ajustada</b><br>Esta ficha no se ajusta debido a que para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante no se requiere de puntos de captación diferentes a los aprobados en la Resolución 763 de 2016 |
|   |  | MRH-003   | Manejo de cruces sobre cuerpo de agua                 | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
|   |  | MRH-004   | Manejo de escorrentía                                 | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
|   | Programa de Manejo del recurso aire (MRA)    | MRA-001   | Manejo y control de emisiones atmosféricas y de ruido | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
| BIÓTICO   | Manejo del recurso suelo Flora (MRSF)        | MRSF-001  | Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote   | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajustó incorporando los impactos para la inclusión de la fuente de materiales.   |
|   |  | MRFF-001  | Manejo de flora                                       | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajustó incorporando los impactos   |

| Plan de Manejo Ambiental Resolución 763 de 2016 modificado por la Resolución 2182 de 2018 |  |           |   | Presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental para la inclusión de El Diamante |   |
|---|--|-----------|---|---|---|
| Medio   | Programa                                     | Ficha No. | Nombre  | Aplicabilidad   | Ajuste realizado  |
|   | Manejo del recurso Flora y Fauna (MRFF)      |           |   |   | para la inclusión de la fuente de materiales, así como la incorporación de los volúmenes obtenidos del aprovechamiento forestal de la fuente de material el diamante y los costos de esta actividad; además se incorporó los costos del rescate de brinzales para la cantera el diamante. |
|   |  | MRFF-002  | Manejo de fauna   | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales  |
|   | Protección y conservación de hábitats (MPCH) | MPCH-001  | Manejo y conservación de hábitats                         | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales  |
|   | Revegetalización (MRV)                       | MRV-001   | Manejo de revegetalización de áreas intervenidas          | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales  |
|   | Manejo de comunidades hidrobiológicas (MCB)  | MCH-001   | Manejo de comunidades hidrobiológicas                     | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales  |
|   | Compensación para el Medio Biótico (CMB)     | CMB-001   | Manejo para la Compensación por afectación a la cobertura | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales  |
| SOCI<br>OEC<br>ONÓ  | Información y participación comunitaria      | MSC-001   | Información y participación comunitaria                   | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El   |

| Plan de Manejo Ambiental Resolución 763 de 2016 modificado por la Resolución 2182 de 2018 |  |           |  | Presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental para la inclusión de El Diamante |  |
|---|--|-----------|--|---|--|
| Medio   | Programa   | Ficha No. | Nombre   | Aplicabilidad   | Ajuste realizado   |
|   |  |           |  |   | Diamante, reuniones informativas e indicadores.  |
|   | Atención a inquietudes, solicitudes o reclamos de las comunidades                                | MSC-002   | Atención a inquietudes, solicitudes o reclamos de las comunidades                                | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante   |
|   | Educación y capacitación al personal vinculado   | MSC-003   | Educación y capacitación al personal vinculado   | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante   |
|   | Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña                                 | MSC-004   | Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña                                 | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante y se definen estrategias orientadas a los propietarios de los predios en la vereda. |
|   | Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria - contratación de bienes y servicios | MSC-005   | Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria - Contratación de Bienes y Servicios | SI  | <b>Ficha no ajustada</b><br>No se realiza ningún ajuste ya que el programa está orientado a las Unidades Territoriales Mayores.  |
|   | Programa de cultura vial – accesibilidad y seguridad de la población                             | MSC-006   | Programa de Cultura vial- Accesibilidad y seguridad de la población                              | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante y se definen estrategias orientadas a los propietarios de los predios en la vereda. |
|   | Programa afectación a terceros   | MSC-007   | Afectación a terceros  | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante   |
|   | Programa compensación social   | MSC-008   | Compensación Social  | SI  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante   |

| Plan de Manejo Ambiental Resolución 763 de 2016 modificado por la Resolución 2182 de 2018 |  |           |   | Presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental para la inclusión de El Diamante |  |
|---|--|-----------|---|---|--|
| Medio   | Programa   | Ficha No. | Nombre                                  | Aplicabilidad   | Ajuste realizado   |
|   | Programa de compensación para la población afectada – acompañamiento socio predial | MSC-009   | Compensación para la población asentada | SI  | <u>Ficha ajustada</u><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 11.1.2 Programas de Manejo Ambiental

A continuación, en la Tabla 11-2 se presentan los Programas de manejo del Medio Abiótico, biótico y socioeconómico.

**Tabla 11-2. Programas de Manejo del Medio Abiótico**

| Medio    | Programa                                     | Ficha No. | Nombre   | Observación  |
|----------|--|-----------|--|--|
| ABIÓTICO | Programa de Manejo del recurso suelo (MRS)   | MRS-01    | Manejo y disposición de Material de Excavación   | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para el material estéril proveniente de la actividad de explotación de la Cantera y adecuación de la vía de acceso.                    |
|          |  | MRS -02   | Manejo de taludes, laderas y control de erosión  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para los taludes de la vía de acceso y los taludes y bermas de la fuente de materiales   |
|          |  | MRS -03   | Manejo de materiales, patios de acopio en los frentes de obra, equipos de construcción y taller de mantenimiento | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|          |  | MRS -04   | Manejo paisajístico  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la vía de acceso y la fuente de materiales  |
|          |  | MRS -05   | Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos   | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|          |  | MRS -06   | Manejo de planta de asfalto, concreto y triturado  | <b>Ficha anterior no ajustada</b><br>Esta ficha no se ajusta debido a que para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante no se requiere de plantas.  |
|          |  | MRS -07   | Manejo de vías para accesibilidad a la fuente de materiales  | <b>Ficha nueva</b><br>Se incluye este programa debido al mejoramiento de la vía de acceso a la fuente de materiales  |
|          |  | MRS -08   | Señalización y dispositivos de control de tráfico vehicular y peatonal   | <b>Ficha nueva</b><br>Se incluye este programa debido al uso de la vía de acceso a la fuente de materiales   |
|          | Programa de Manejo del recurso hídrico (MRH) | MRH-001   | Manejo de residuos líquidos  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
|          |  | MRH-002   | Manejo de captación  | <b>Ficha anterior no ajustada</b><br>Esta ficha no se ajusta debido a que para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante no se requiere de puntos de captación diferentes  |

| Medio | Programa                                  | Ficha No. | Nombre  | Observación  |
|-------|---|-----------|---|--|
|       |   |           |   | a los aprobados en la Resolución 763 de 2016   |
|       |   | MRH-003   | Manejo de cruces sobre cuerpo de agua                 | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales |
|       |   | MRH-004   | Manejo de escorrentía                                 | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales |
|       | Programa de Manejo del recurso aire (MRA) | MRA-001   | Manejo y control de emisiones atmosféricas y de ruido | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajustó incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Tabla 11-3. Programas de Manejo del Medio Biótico**

| Medio   | Programa                                     | Ficha No. | Nombre   | Observación  |
|---------|--|-----------|--|--|
| BIÓTICO | Manejo del recurso suelo Flora (MRSF)        | MRSF-001  | Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote                                  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajustó incorporando los impactos para la inclusión de la fuente de materiales.   |
|         | Manejo del recurso Flora y Fauna (MRFF)      | MRFF-001  | Manejo de flora  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajustó incorporando los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como la incorporación de los volúmenes obtenidos del aprovechamiento forestal de la fuente de material el diamante y los costos de esta actividad; además se incorporó los costos del rescate de brinzales para la cantera el diamante. |
|         |  | MRFF-002  | Manejo de fauna  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
|         | Protección y conservación de hábitats (MPCH) | MPCH-001  | Manejo y conservación de hábitats  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
|         | Revegetalización (MRV)                       | MRV-001   | Manejo de revegetalización de áreas intervenidas                                     | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
|         | Manejo de comunidades hidrobiológicas (MCB)  | MCH-001   | Manejo de comunidades hidrobiológicas  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
|         | Compensación para el Medio Biótico (CMB)     | CMB-001   | Manejo para la Compensación por afectación a la cobertura                            | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo los impactos para la inclusión de la fuente de materiales, así como las medidas de manejo para la fuente de materiales   |
|         | Manejo del enriquecimiento florístico.       | MEF-001   | Manejo de la Compensación por afectación de epifitas no vasculares (Enriquecimiento) | <b>Nueva Ficha</b><br>Se incorporó una ficha de manejo por la afectación de las epifitas no vasculares dentro del área de intervención, en este caso la medida de manejo es  |

| Medio | Programa | Ficha No. | Nombre | Observación   |
|-------|----------|-----------|--------|---|
|       | (MEF)    |           |        | la compensación por el aprovechamiento del recurso natural. |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**Tabla 11-4. Programas de Manejo del Medio Socioeconómico**

| Medio          | Programa   | Ficha No. | Nombre   | Observación  |
|----------------|--|-----------|--|--|
| SOCIOECONÓMICO | Información y participación comunitaria  | MSC-001   | Información y participación comunitaria  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante, reuniones informativas e indicadores.  |
|                | Atención a inquietudes, solicitudes o reclamos de las comunidades                                | MSC-002   | Atención a inquietudes, solicitudes o reclamos de las comunidades                                | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante   |
|                | Educación y capacitación al personal vinculado   | MSC-003   | Educación y capacitación al personal vinculado   | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante   |
|                | Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña                                 | MSC-004   | Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña                                 | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante y se definen estrategias orientadas a los propietarios de los predios en la vereda. |
|                | Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria - contratación de bienes y servicios | MSC-005   | Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria - Contratación de Bienes y Servicios | <b>Ficha no ajustada</b><br>No se realiza ningún ajuste ya que el programa está orientado a las Unidades Territoriales Mayores.  |
|                | Programa de cultura vial – accesibilidad y seguridad de la población                             | MSC-006   | Programa de Cultura vial- Accesibilidad y seguridad de la población                              | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante y se definen estrategias orientadas a los propietarios de los predios en la vereda. |
|                | Programa afectación a terceros   | MSC-007   | Afectación a terceros  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante   |
|                | Programa compensación social   | MSC-008   | Compensación Social  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante   |
|                | Programa de compensación para la población afectada – acompañamiento socio predial               | MSC-009   | Compensación para la población asentada  | <b>Ficha ajustada</b><br>Ajuste del área de influencia específica para la Fuente de Materiales El Diamante   |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 11.1.3 Plan de Seguimiento y Monitoreo

El presente capítulo se presenta como complemento del estudio de impacto ambiental para realizar la modificación de la Licencia Ambiental resolución 763 del 27 de julio de 2016 otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) modificado por la Resolución 2182 de 2018, para el proyecto “Construcción de la vía Remedios – Alto de dolores (Antioquia) Unidades Funcionales 1 y 2”, con el objeto de incluir la Fuente de Materiales El Diamante.

|  |   |                 |
|--|---|-----------------|
|  <b>Autopista<br/>Río Magdalena</b> | <b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 763 DE 2016 PARA LA INCLUSIÓN DE LA FUENTE DE MATERIALES EL DIAMANTE PARA LAS UNIDADES FUNCIONALES 1 Y 2 DEL PROYECTO AUTOPISTA RIO MAGDALENA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA</b> |                 |
|  | <b>Código</b>   | <b>Revisión</b> |
|  | ARM-ML2-001   | 2               |

### 11.1.3.1 Seguimiento y monitoreo a los planes y programas

Este programa tiene como propósito revisar la validez y confiabilidad del funcionamiento de las medidas ambientales propuestas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA). En tal sentido busca vigilar y verificar la información necesaria, a fin de determinar el comportamiento, eficiencia y eficacia de las medidas y controles implementados e identificar deficiencias e inconsistencias en el desarrollo del proyecto, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar.

#### **Contenido**

A partir de lo establecido en el Plan de Seguimiento y Monitoreo Ambiental aprobado mediante la resolución 763 del 27 de julio de 2016 otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) modificado por la Resolución 2182 de 2018, para el proyecto “Construcción de la vía Remedios – Alto de dolores (Antioquia) Unidades Funcionales 1 y 2” el contenido de los programas de manejo corresponde a:

- ✓ Nombre y código de cada programa
- ✓ Objetivo
- ✓ Metas
- ✓ Etapas del proyecto
- ✓ Tipo de medida
- ✓ Acciones a desarrollar
- ✓ Lugar de aplicación
- ✓ Personal requerido
- ✓ Responsable de la ejecución
- ✓ Indicadores de seguimiento y monitoreo
- ✓ Cronograma de ejecución

#### **Estructura general**

En síntesis, para cada Programa del Plan de Manejo Ambiental se han generado unas acciones de seguimiento y monitoreo que permitirán evaluar la efectividad de las mismas y en este sentido, este Plan se compone de las siguientes fichas. En la **Tabla 11-5** se presenta un consolidado de los Programas de seguimiento y Monitoreo establecidos para el proyecto “Construcción de la vía Remedios – Alto de dolores (Antioquia) Unidades Funcionales 1 y 2” y se aclara la aplicabilidad de los mismos a la presente solicitud de modificación de licencia con el objeto de incluir la fuente de Materiales El Diamante.

Tabla 11-5. Codificación fichas del Programa de Seguimiento y Monitoreo

| PLAN DE SEGUIMIENTO APROBADO RESOLUCIÓN 763 DE 2016 MODIFICADA POR LA RESOLUCIÓN 2182 DE 2018 |                               |          |   | PRESENTE SOLICITUD DE MODIFICACIÓN |   |
|---|-------------------------------|----------|---|------------------------------------|---|
| MEDIO   | PROGRAMA                      | CÓDIGO   | PROYECTOS   | APLICABILIDAD                      | AJUSTE REALIZADO  |
| ABIÓTICO  | SEGUIMIENTO DEL RECURSO SUELO | SMRS-001 | Seguimiento a la disposición de Material de Excavación  | SI                                 | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo las medidas De seguimiento para el material estéril proveniente de la actividad de explotación de la Cantera y adecuación de la vía de acceso.  |
|   |                               | SMRS-002 | Seguimiento al manejo de taludes, laderas y control de erosión  | SI                                 | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|   |                               | SMRS-003 | Seguimiento al manejo de materiales, patios de acopio en los frentes de obra, y manejo de equipos de construcción | SI                                 | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|   |                               | SMRS-004 | Seguimiento al manejo paisajístico  | SI                                 | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|   |                               | SMRS-005 | Seguimiento al manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos                                   | SI                                 | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|   |                               | SMRS-006 | Seguimiento al manejo de planta de asfalto y concreto   | NO                                 | <b>Ficha anterior no ajustada</b><br>Esta ficha no se ajusta debido a que para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante no se requiere de plantas.   |

| PLAN DE SEGUIMIENTO APROBADO RESOLUCIÓN 763 DE 2016 MODIFICADA POR LA RESOLUCIÓN 2182 DE 2018 |   |          |   | PRESENTE SOLICITUD DE MODIFICACIÓN |   |
|---|---|----------|---|------------------------------------|---|
| MEDIO   | PROGRAMA  | CÓDIGO   | PROYECTOS   | APLICABILIDAD                      | AJUSTE REALIZADO  |
|   | SEGUIMIENTO AL PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO | SMRH-001 | Seguimiento al manejo de residuos líquidos                    | SI                                 | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo las medidas para la Fuente de materiales El Diamante.   |
|   |   | SMRH-002 | Seguimiento al manejo de captación                            | NO                                 | <b>Ficha anterior no ajustada</b><br>Esta ficha no se ajusta debido a que para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante no se requiere de puntos de captación diferentes a los aprobados en la Resolución 763 de 2016                                    |
|   |   | SMRH-003 | Seguimiento al manejo de cruces sobre cuerpo de agua          | SI                                 | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo las medidas para la Fuente de materiales El Diamante.   |
|   |   | SMRH-004 | Seguimiento al manejo de escorrentía                          | SI                                 | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|   | PROGRAMA AL SEGUIMIENTO DEL RECURSO AIRE              | SMRA-001 | Seguimiento al manejo y control de fuentes de emisión y ruido | SI                                 | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo las medidas para la Fuente de materiales El Diamante.   |
| BIÓTICO   | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE SUELO                      | SMRS-1   | Seguimiento al manejo de la remoción de cobertura y descapote | SI                                 | <b>Ficha anterior ajustada</b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante  |
|   | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL RECURSO FLORA Y FAUNA     | SMRFF-1  | Seguimiento al manejo de flora                                | SI                                 | <b>Ficha anterior ajustada</b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante  |
|   |   | SMRFF-2  | Seguimiento al manejo de fauna                                | SI                                 | <b>Ficha anterior ajustada</b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante  |

| PLAN DE SEGUIMIENTO APROBADO RESOLUCIÓN 763 DE 2016 MODIFICADA POR LA RESOLUCIÓN 2182 DE 2018 |   |         |   | PRESENTE SOLICITUD DE MODIFICACIÓN |   |
|---|---|---------|---|------------------------------------|---|
| MEDIO   | PROGRAMA  | CÓDIGO  | PROYECTOS   | APLICABILIDAD                      | AJUSTE REALIZADO  |
|   | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS | SMPCH-1 | Seguimiento al manejo y conservación de hábitats                | SI                                 | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante   |
|   | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA REVEGETALIZACIÓN                      | SMRV-1  | Seguimiento al manejo de revegetalización de áreas intervenidas | SI                                 | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante   |
|   | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS              | SMCH-1  | Seguimiento al manejo de comunidades hidrobiológicas            | SI                                 | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyeron las medidas para la Fuente de Materiales El Diamante y se ajustó el cronograma   |
|   | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA COMPENSACIÓN PARA EL MEDIO BIÓTICO    | SMCMB-1 | Compensación por afectación a la cobertura                      | SI                                 | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante   |
| SOCIOECONÓMICO  | Seguimiento al Medio Socioeconómico y Cultural                      | SMSC-1  | Programa de seguimiento al medio socioeconómico y cultural      | SI                                 | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Indicadores específicos para la vereda la Playa en algunos programas, ya que esta vereda no tiene una estructura comunitaria sino predial. |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

**MEDIO ABIÓTICO**

A continuación, en la Tabla 11-6 se sintetizan los Programas de seguimiento y monitoreo para el Medio Abiótico.

**Tabla 11-6. Plan de Seguimiento y Monitoreo Medio Abiótico**

| MEDIO    | PROGRAMA                      | CÓDIGO   | PROYECTOS   | OBSERVACIÓN   |
|----------|-------------------------------|----------|---|---|
| ABIÓTICO | SEGUIMIENTO DEL RECURSO SUELO | SMRS-001 | Seguimiento a la disposición de Material de Excavación  | <b>Ficha ajustada</b><br>Se ajusto incluyendo las medidas De seguimiento para el material estéril proveniente de la actividad de explotación de la Cantera y adecuación de la vía de acceso.  |
|          |                               | SMRS-002 | Seguimiento al manejo de taludes, laderas y control de erosión  | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|          |                               | SMRS-003 | Seguimiento al manejo de materiales, patios de acopio en los frentes de obra, y manejo de equipos de construcción | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|          |                               | SMRS-004 | Seguimiento al manejo paisajístico  | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|          |                               | SMRS-005 | Seguimiento al manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos                                   | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|          |                               | SMRS-006 | Seguimiento al manejo de planta de asfalto y concreto   | <b>Ficha anterior no ajustada</b><br>Esta ficha no se ajusta debido a que para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante no se requiere de plantas.   |
|          |                               | SMRS-007 | Manejo de vías para accesibilidad a la fuente de materiales   | <b>Ficha nueva</b><br>Debido a la inclusión de esta ficha en el PMA, se incluye esta ficha con el objeto de dar seguimiento a las medidas allí planteadas.  |

| MEDIO | PROGRAMA  | CÓDIGO   | PROYECTOS  | OBSERVACIÓN   |
|-------|---|----------|--|---|
|       |   | SMRS-008 | Señalización y dispositivos de control de tráfico vehicular y peatonal | <b>Ficha nueva</b><br>Debido a la inclusión de esta ficha en el PMA, se incluye esta ficha con el objeto de dar seguimiento a las medidas allí planteadas.  |
|       | SEGUIMIENTO AL PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO | SMRH-001 | Seguimiento al manejo de residuos líquidos                             | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|       |   | SMRH-002 | Seguimiento al manejo de captación                                     | <b>Ficha anterior no ajustada</b><br>Esta ficha no se ajusta debido a que para la inclusión de la fuente de materiales El Diamante no se requiere de puntos de captación diferentes a los aprobados en la Resolución 763 de 2016                                    |
|       |   | SMRH-003 | Seguimiento al manejo de cruces sobre cuerpo de agua                   | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|       |   | SMRH-004 | Seguimiento al manejo de escorrentía                                   | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |
|       | PROGRAMA AL SEGUIMIENTO DEL RECURSO AIRE              | SMRA-001 | Seguimiento al manejo y control de fuentes de emisión y ruido          | <b>Ficha anterior no ajustada en sus medidas, pero aplicable a la fuente de materiales</b><br>Se ajusto incluyendo en lugar de aplicación la fuente de materiales, sin embargo, no se complementaron las medidas ya que estas aplican para la fuente de materiales. |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.


**MEDIO BIÓTICO**

A continuación, en la **Tabla 11-7** se sintetizan los Programas de seguimiento y monitoreo para el Medio Biótico.

**Tabla 11-7. Plan de Seguimiento y Monitoreo Medio Biótico**

| MEDIO   | PROGRAMA  | CÓDIGO  | PROYECTOS   | OBSERVACIÓN   |
|---------|---|---------|---|---|
| BIÓTICO | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE SUELO                                    | SMRS-1  | Seguimiento al manejo de la remoción de cobertura y descapote   | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante       |
|         | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL RECURSO FLORA Y FAUNA                   | SMRFF-1 | Seguimiento al manejo de flora                                  | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante       |
|         |   | SMRFF-2 | Seguimiento al manejo de fauna                                  | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante       |
|         | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS | SMPCH-1 | Seguimiento al manejo y conservación de hábitats                | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante       |
|         | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA REVEGETALIZACIÓN                      | SMRV-1  | Seguimiento al manejo de revegetalización de áreas intervenidas | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante       |
|         | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS              | SMCH-1  | Seguimiento al manejo de comunidades hidrobiológicas            | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyeron las medidas para la Fuente de Materiales El Diamante y se ajustó el cronograma |
|         | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA COMPENSACIÓN PARA EL MEDIO BIÓTICO    | SMCMB-1 | Compensación por afectación a la cobertura                      | <b><u>Ficha anterior ajustada</u></b><br>Se incluyó el cronograma y el área de aplicación a la Fuente de Materiales El Diamante       |
|         | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL ENRIQUECIMIENTO FLORISTICO              | SMMEF-1 | Compensación por la afectación de las epifitas no vasculares.   | <b><u>Ficha nueva</u></b><br>Se incorporó una ficha nueva por el aprovechamiento de las epifitas no vasculares                        |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

### ✚ MEDIO SOCIOECONÓMICO

A continuación, en la Tabla 11-8 se sintetizan los Programas de seguimiento y monitoreo para el Medio Socioeconómico.

**Tabla 11-8. Plan de Seguimiento y Monitoreo Medio Socioeconómico**

| MEDIO          | PROGRAMA                                       | CÓDIGO | PROYECTOS  | OBSERVACIÓN  |
|----------------|--|--------|--|--|
| SOCIOECONÓMICO | Seguimiento al Medio Socioeconómico y Cultural | SMSC-1 | Programa de seguimiento al medio socioeconómico y cultural | <u>Ficha anterior ajustada</u><br>Indicadores específicos para la vereda la Playa en algunos programas, ya que esta vereda no tiene una estructura comunitaria sino predial. |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### 11.1.3.2 Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio

El seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio abiótico conserva lo aprobado por la resolución 763 de 2016 y la Resolución No. 2182 del 2018 y se ajusta con el objeto de incluir la fuente de materiales El Diamante.

El Plan de Seguimiento y Monitoreo a la tendencia del medio diseñado para la inclusión de la Fuente de Materiales El Diamante, se encuentra delimitado mediante la estructuración de fichas, las cuales facilitan la labor del observador en el momento de identificar algún tipo de anomalía, todo esto para asegurar su seguimiento.

A continuación, se procede a desarrollar las Fichas de Seguimiento y Monitoreo para la solicitud de Modificación de Licencia Ambiental, para cada uno de los componentes ambientales a monitorear y los puntos de monitoreo para cada uno de los estudios con el objeto de establecer las tendencias del medio. Este aparte se basa en lo aprobado para el proyecto, por lo cual en la Tabla 11-9 se sintetiza la aplicabilidad de cada programa de seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio aplicable a la modificación para inclusión de la fuente de materiales El Diamante.

**Tabla 11-9. Codificación fichas del Programa de Seguimiento y Monitoreo a la tendencia del medio aprobados aplicables para la presente modificación de licencia**

| Plan de Seguimiento y Monitoreo Tendencia del Medio Resolución 763 de 2016 modificado por la Resolución 2182 de 2018 |            |   | Presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental para la inclusión de El Diamante |  |
|--|------------|---|---|--|
| MEDIO  | COMPONENTE | SEGUIMIENTO Y MONITOREO.                      | APLICABILIDAD   | AJUSTE REALIZADO   |
| ABIÓTICO   | Agua       | Seguimiento y Monitoreo a los cuerpos de agua | SI  | <u>Ficha ajustada</u><br>- Inclusión de puntos de calidad del agua asociados a las obras hidráulicas a construir en la vía de acceso<br>- Inclusión de puntos de calidad del aire asociados a la explotación de material |
|  | Aire       | Monitoreo Calidad del Aire                    |   |  |
|  |            | Monitoreo Ruido ambiental                     |   |  |

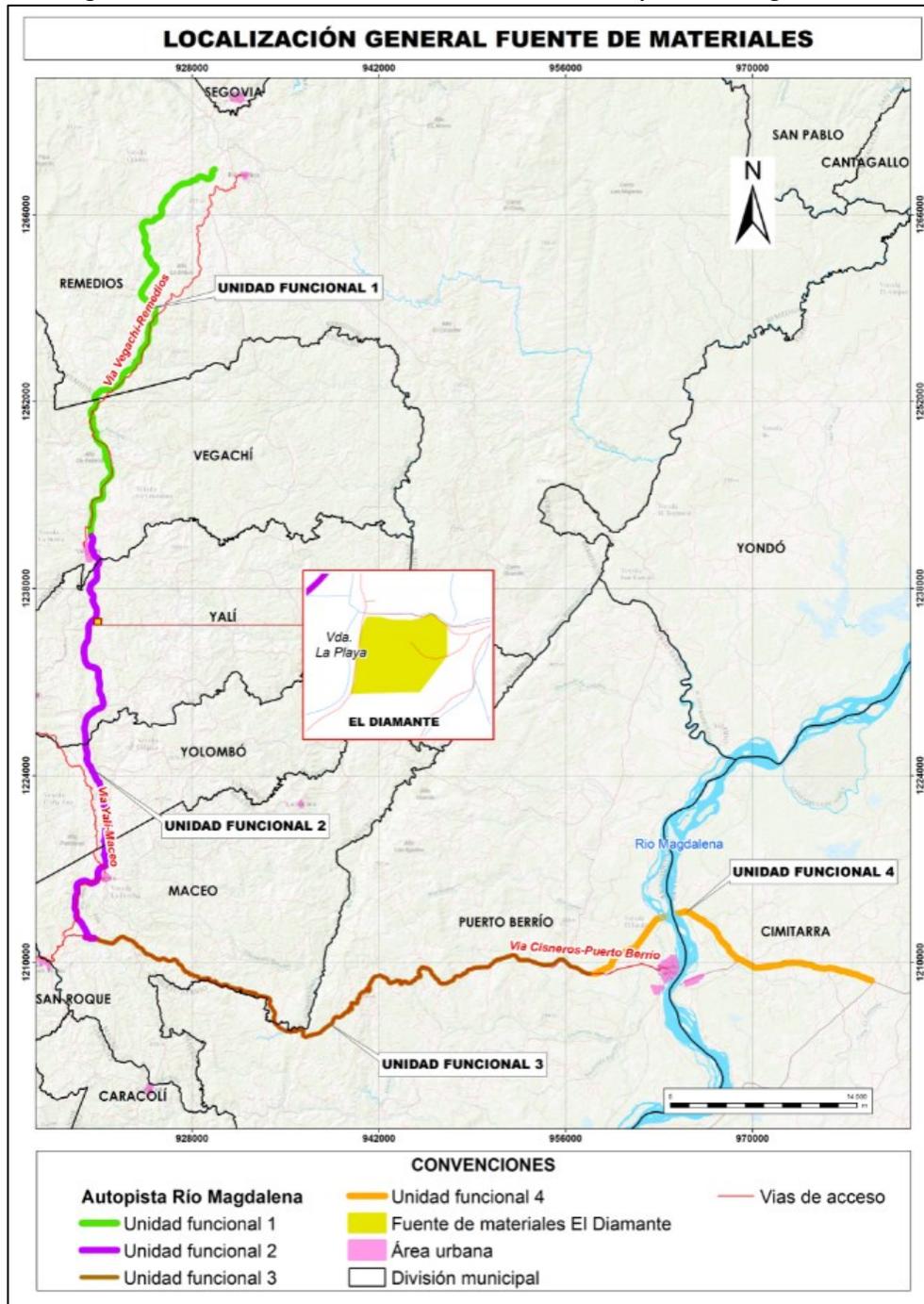
| Plan de Seguimiento y Monitoreo Tendencia del Medio Resolución 763 de 2016 modificado por la Resolución 2182 de 2018 |             |  | Presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental para la inclusión de El Diamante |  |
|--|-------------|--|---|--|
| MEDIO  | COMPONENTE  | SEGUIMIENTO Y MONITOREO.   | APLICABILIDAD   | AJUSTE REALIZADO   |
|  |             |  |   | - Inclusión de puntos de calidad del aire asociados a la explotación de material   |
| BIÓTICO  | Flora       | Rescate y reubicación de individuos brinzales y de epífitas          | SI  | <u>Ficha anterior ajustada</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se incluyeron puntos de monitoreo hidrobiológicos para la Fuente de Materiales El Diamante</li> <li>- Se incluyeron puntos de monitoreo de fauna para la Fuente de Materiales El Diamante</li> </ul> |
|  | Fauna       | Seguimiento de Fauna<br>Monitoreo a las comunidades hidrobiológicas. |   |  |
| SOCIOECONOMICO   | No incluido |  | <u>Nueva Ficha</u><br>Se incluye una nueva Ficha  |  |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### 11.1.4 Plan de gestión del riesgo

Teniendo en cuenta que durante el desarrollo de las actividades de construcción y operación de La Autopista Río Magdalena 2, y específicamente durante la explotación de materiales de construcción de la Cantera El Diamante (con autorización temporal T17-15561) se prevé la ocurrencia de eventos catastróficos o emergencias de carácter natural y/o antrópico que por su magnitud superan el alcance de las medidas de respuesta regular, se hace necesario e imprescindible conocer los riesgos al que están expuestas las personas involucradas de manera directa e indirecta, así como el medio natural y la infraestructura que hacen parte de la zona de influencia directa del proyecto. (Ver Figura 11-1)

Figura 11-1. Localización de fuentes de materiales Autopista Río Magdalena 2.



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Después de conocer estos riesgos y priorizarlos, se deben establecer medidas de mitigación, así como promulgar estrategias apropiadas para hacer frente de manera eficaz a estas situaciones en la potencial materialización del riesgo.

Bajo esta concepción, el Plan de Gestión del Riesgo de la Cantera el Diamante, está basado en el conocimiento de los principales escenarios de riesgo, planteando estrategias de preparación y una serie de procedimientos que involucren recursos técnicos, físicos, humanos y económicos, de tal manera que ante la ocurrencia de un evento con características circunstanciales se puedan desplegar acciones que permitan controlar o reducir daños, así como también actuar oportuna y eficientemente en aquellos casos en que una emergencia relacionada con las actividades de explotación y operación de la cantera requiera de la asistencia inmediata o movilizar personas siniestrado, y lograr ante todo, conservar la vida humana y la integridad de todas las personas vinculadas directa o indirectamente al proyecto.

*11.1.4.1 Análisis de las amenazas (internas y externas) del proyecto, establecimiento de la cobertura geográfica y áreas del proyecto que pueden ser afectadas por una emergencia o desastre.*

Para identificar las amenazas dentro del área de influencia directa del Proyecto de Concesión Autopista Río Magdalena, y específicamente durante la explotación de materiales de construcción de la Cantera El Diamante (con autorización temporal TI7-15561), se toma como información base lo aprobado por la licencia ambiental Resolución 763 del 27 de Julio de 2016, lo consignado en la caracterización del área de influencia del proyecto en general para las amenazas de tipo natural (Endógenas o internas) y las nuevas obras a incluir en inmediaciones a la Cantera El Diamante con el fin de identificar amenazas de tipo operacional (exógenas o externas), para las amenazas de tipo social se realizó la recopilación de datos históricos en el área de influencia, donde se destacan la presencia de grupos armados al margen de la ley y paros cívicos como riesgos de tipo exógeno.

La identificación de amenazas se realiza en dos escenarios:

- El primero escenario es el operacional; donde se asocian todos los riesgos que se pueden presentar en el desarrollo de las actividades a lo largo del proyecto y pueden generar algún tipo de afectación
- El segundo escenario es de tipo Medio Socioambiental; donde se relacionan todos aquellos riesgos naturales o sociales que se pueden presentar en la zona y generarían alguna afectación a la actividad y/o el entorno.

En la **Tabla 11-10** se identifican de forma general los riesgos (internos y externos), los cuales pueden ocasionar emergencias en el desarrollo de las actividades del proyecto y se enlistan los escenarios posibles y previsibles de riesgo.

**Tabla 11-10. Riesgos identificados para el proyecto**

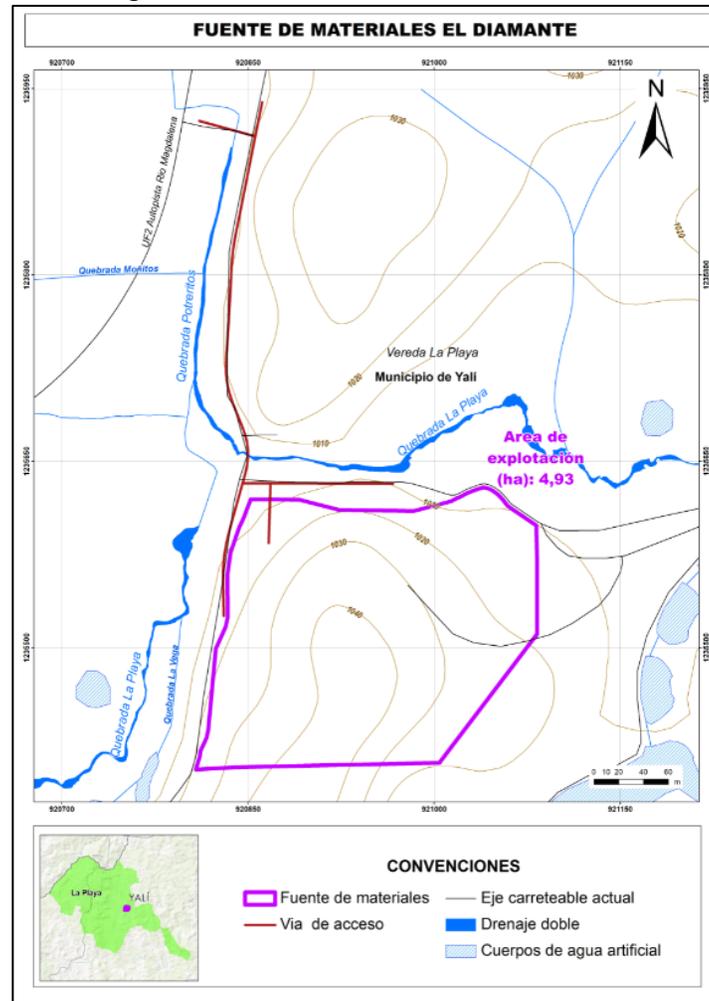
| ORIGEN DEL EVENTO | TIPO DE EVENTO | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO   |
|-------------------|----------------|--|
| Operacional       | Ocupacional    | Accidente de tránsito  |
|                   |                | Accidente en área operativa                                    |
|                   |                | Accidente en área administrativa                               |
|                   |                | Evento de afectación de salud                                  |
|                   | Operación      | Parada operacional   |
|                   |                | Daño en equipo o infraestructura                               |
|                   |                | Restricción operacional  |
|                   | Tecnológico    | Derrame de sustancias nocivas                                  |
|                   |                | Escape de sustancias nocivas dentro de los límites permisibles |
|                   |                | Incendio en instalaciones o frentes de trabajo                 |

| ORIGEN DEL EVENTO    | TIPO DE EVENTO        | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO  |
|----------------------|-----------------------|---|
| Medio Socioambiental | Ambiental             | Generación de material particulado                            |
|                      |                       | Escape de sustancias nocivas fuera de los límites permisibles |
|                      | Evento Natural        | Geológicos  |
|                      |                       | Geotécnico  |
|                      |                       | Clima (Cerámico)  |
|                      |                       | Incendios forestales  |
|                      |                       | Hídrico   |
|                      | Actividad de Terceros | Accidente con maquinaria                                      |
|                      |                       | Colisión  |
|                      |                       | Quemas  |
|                      | Acción Intencional    | Laboral   |
|                      |                       | Social (paros civiles, actividades de terceros, entre otros)  |
|                      |                       | Personal  |
|                      |                       | Grupos al margen de la ley                                    |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Para establecer la cobertura geográfica y áreas del proyecto que pueden ser afectadas por una emergencia o desastre a causa de una amenaza, se realizó una estimación de los escenarios de riesgo más críticos identificados dentro del análisis de riesgo para el área en concreto de la cantera El Diamante (Ver Figura 11-2), bajo los lineamientos establecidos en el literal c.3 del numeral 1.2.1. del artículo 2.3.1.5.2.1.1. del Decreto 2157, esta identificación se realizó con base en la información retomada del EIA del proyecto, así como de los instrumentos de planeación territorial y regional, como también de entidades estatales como El Servicio Geológico Colombiano y El Ideam, información que posteriormente fue ajustada al área de estudio.

**Figura 11-2. Fuente de Materiales El Diamante.**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2019.

### Identificación de Amenazas internas o endógenas

Las amenazas de origen natural se presentan de acuerdo con la dinámica natural del área de influencia directa del proyecto. Para el presente documento se identifican las amenazas internas teniendo en cuenta la ubicación geográfica del proyecto y la caracterización física biótica del área de influencia.

Para el Proyecto de Concesión Autopista Río Magdalena, y específicamente para la explotación de materiales de construcción de la Cantera El Diamante (con autorización temporal TI7-15561) se identificaron las siguientes amenazas internas:

#### ➤ Amenaza por Inundación (Hídrica)

Se identifica que el área de influencia de la fuente de materiales El Diamante se enmarca en una amplia zona de amenaza baja por inundación de la UF2 del Proyecto de Concesión Autopista Río Magdalena 2.

### ➤ **Amenaza por remoción en masa (Geológica)**

Los factores que inciden en la ocurrencia de deslizamientos y desprendimientos en la zona de estudio son principalmente climáticos, asociados a los eventos lluviosos prolongados y de alta intensidad, favorecidos por inadecuado manejo de las aguas de escorrentía en la vía existente, la saturación de los suelos, el alto grado de fracturamiento del macizo rocoso y la poca cobertura vegetal de la roca descompresionada.

Los sectores de alta susceptibilidad a los deslizamientos y desprendimientos de material se localizan sobre los taludes de corte sobre el corredor vial, donde la topografía, la acción hídrica y la deforestación disminuyen la resistencia de la estructura de los suelos y constituyen una amenaza media a alta ante la ocurrencia de movimientos en masa sobre la UF2. Los cortes en las morfologías de pendientes moderadas a suaves presentan amenaza media ante la ocurrencia de deslizamientos.

### ➤ **Amenaza Sísmica (Geológica)**

Teniendo en cuenta la información de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (ASI), la cual ha dividido a Colombia en tres zonas de amenaza sísmica, Alta, intermedia y baja, esto depende directamente de la probabilidad potencial de ocurrencia de sismos dañinos en cada zona del país

De acuerdo con lo anterior el Área de influencia del proyecto se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia donde existe la probabilidad de alcanzar valores de aceleración pico efectiva Aceleración de Pico Efectiva de  $A_a = 0,15$ .

### ➤ **Amenaza por incendio forestal**

Para determinar el análisis de la susceptibilidad de incendios forestales de la vegetación en el área del proyecto, se determinaron las potencialidades ignifugas de las coberturas teniendo en cuenta la metodología que se presenta en el estudio efectuado por varias instituciones Colombianas de índole educativo, investigativo y de cooperación internacional, entre ellas el PNUMA (Del campo Parra & y otros, 2011) presentando una nueva propuesta analítica conjugando los factores de riesgo de incendio para las coberturas en Colombia.

El conocimiento de tales atributos aborda las características pirogénicas (combustibilidad o inflamabilidad) de la vegetación, que, si bien en el estudio el producto resultante es la evaluación de los ecosistemas en su condición de susceptibilidad a incendios, abordó también la determinación en la composición de los mismos, es decir, las coberturas presentes en cada uno a nivel global desde el punto de vista de su condición pirogénica.

### ➤ **Amenazas externas o exógenas**

En esta categoría de amenazas externas o exógenas se tiene en cuenta la posibilidad de ocurrencia de fenómenos amenazantes de tipo operacional (exógenos o externos), estos fenómenos son causados por las actividades que dependen del operario o de terceros, estas dependerán del tipo de operación, seguridad en el área de desarrollo del proyecto entre otras.

En este apartado se han incluidos también las amenazas de tipo social, se realizó la recopilación de datos históricos en el área de influencia donde se destacan la presencia de grupos armados al margen de la ley y paros cívicos como riesgos de tipo exógeno.

|  |   |                 |
|--|---|-----------------|
|  <b>Autopista<br/>Río Magdalena</b> | <b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 763 DE 2016 PARA LA INCLUSIÓN DE LA FUENTE DE MATERIALES EL DIAMANTE PARA LAS UNIDADES FUNCIONALES 1 Y 2 DEL PROYECTO AUTOPISTA RIO MAGDALENA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA</b> |                 |
|  | <b>Código</b>   | <b>Revisión</b> |
|  | ARM-ML2-001   | 2               |

#### 11.1.4.2 *Identificación y análisis de elementos expuestos y/o vulnerables.*

Tomando como contexto la información de la descripción del proyecto, así como los componentes socioeconómico, biótico y abiótico, se realizó una identificación de los elementos expuestos dentro del área de afectación probable para los siguientes componentes con base a su nivel de exposición y fragilidad.

##### **Vulnerabilidad física de elementos expuestos**

Durante la evaluación de vulnerabilidad física se han tenido en cuenta los equipamientos colectivos y demás elementos expuestos ante las amenazas internas o endógenas, que para este caso particular son las de inundación, remoción en masa, sísmica e incendios forestales.

##### **Vulnerabilidad ambiental (cuerpos de agua y zonas de restricción ambiental)**

Durante la evaluación de vulnerabilidad ambiental se han tenido en cuenta las condiciones que amenazan a los cuerpos de agua y las zonas con restricciones ambientales, para este punto en específico se han evaluado las siguientes condiciones:

- Derrames, escapes, acumulación de gas, el evento inicial se define como la liberación o pérdida de material y/o energía contenida al interior de un sistema, estos eventos se pueden presentar en las zonas de almacenamiento de insumos, químicos, combustibles.
- Vertimiento de sustancias

##### **Vulnerabilidad social**

Durante la evaluación de vulnerabilidad social se han tenido en cuenta las poblaciones y en general el entorno socioambiental expuesto ante amenazas externas o exógenas, que para este caso en particular son las operacionales, de lesiones a personal, incendios y explosiones, de grupos armados, comunidades y quemas intencionales.

- Vulnerabilidad operacional
- Lesiones a personal
- Incendios y explosiones
- Grupos al margen de la ley
- Comunidades
- Quemadas controladas

##### **Análisis de riesgos Internos o endógenos**

El análisis geomático que permitió la determinación de áreas en riesgo para los escenarios de las amenazas internas o endógenas y su vulnerabilidad evidencio los siguientes resultados. En el capítulo 11.1.3 se encuentran los mapas de riesgos por remoción de masa, inundación, sísmico, por incendio forestal.

De acuerdo con el análisis geomático realizado en la fuente de Materiales El Diamante, se ha llegado a la determinación de los valores de riesgo para los escenarios internos o endógenos que se pueden apreciar en la **Tabla 11-11**.

**Tabla 11-11. Evaluación de riesgos de tipo interno.**

| ORIGEN DEL EVENTO    | TIPO DE EVENTO | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO        | PROBABILIDAD DE AMENAZA |   | GRADO DE VULNERABILIDAD | RIESGO |   |
|----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------------|---|-------------------------|--------|---|
| Medio Socioambiental | Evento Natural | Geológicos (Remisión en masa) | 3                       |   | 2                       | 6      |   |
|                      |                | Geológicos (Sísmico)          | 3                       |   | 2                       | 6      |   |
|                      |                | Incendios forestales          | 2                       | 4 | 2                       | 4      | 8 |
|                      |                | Hídrico (Inundación)          | 2                       |   | 2                       | 4      |   |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

#### ✚ Análisis de riesgos externos o exógenos

El análisis de riesgos de tipo externo se ha realizado de manera puntual para siete casos específicos que se presentan en la zona de estudio, dichos resultados se evidencian en la **Tabla 11-12**.

**Tabla 11-12. Evaluación de riesgos de tipo externo.**

| ORIGEN DEL EVENTO     | TIPO DE EVENTO        | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO   | PROBABILIDAD DE AMENAZA | GRADO DE VULNERABILIDAD | RIESGO |   |
|-----------------------|-----------------------|--|-------------------------|-------------------------|--------|---|
| Operacional           | Ocupacional           | Accidente operacional  | 3                       | 3                       | 9      |   |
|                       | Tecnológico           | Incendio y/o explosiones en instalaciones o frentes de trabajo         | 2                       | 3                       | 6      | 9 |
|                       | Ambiental             | Vertimiento o escape de sustancias fuera de los parámetros permisibles | 2                       | 3                       | 6      | 8 |
| Medio Socio-Ambiental | Actividad de Terceros | Lesiones a personas  | 3                       | 3                       | 9      |   |
|                       |                       | Quemas   | 4                       | 3                       | 12     |   |
|                       | Acción Intencional    | Comunidades (paros civiles, actividades de terceros, entre otros)      | 2                       | 3                       | 6      |   |
|                       |                       | Grupos al margen de la ley   | 3                       | 3                       | 9      |   |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

### 11.1.5 Plan de desmantelamiento y abandono

#### 11.1.5.1 Desmonte de maquinaria y equipos.

Una vez se ha terminado la actividad minera se procede a la retirada de la maquinaria y los equipos, el desmonte de campamentos, retirada de los servicios que hacían parte de la infraestructura asociada a la explotación del mineral, como son redes eléctricas, acueductos entre otros. El objetivo es despejar totalmente el área de explotación para darle paso a la siguiente fase.

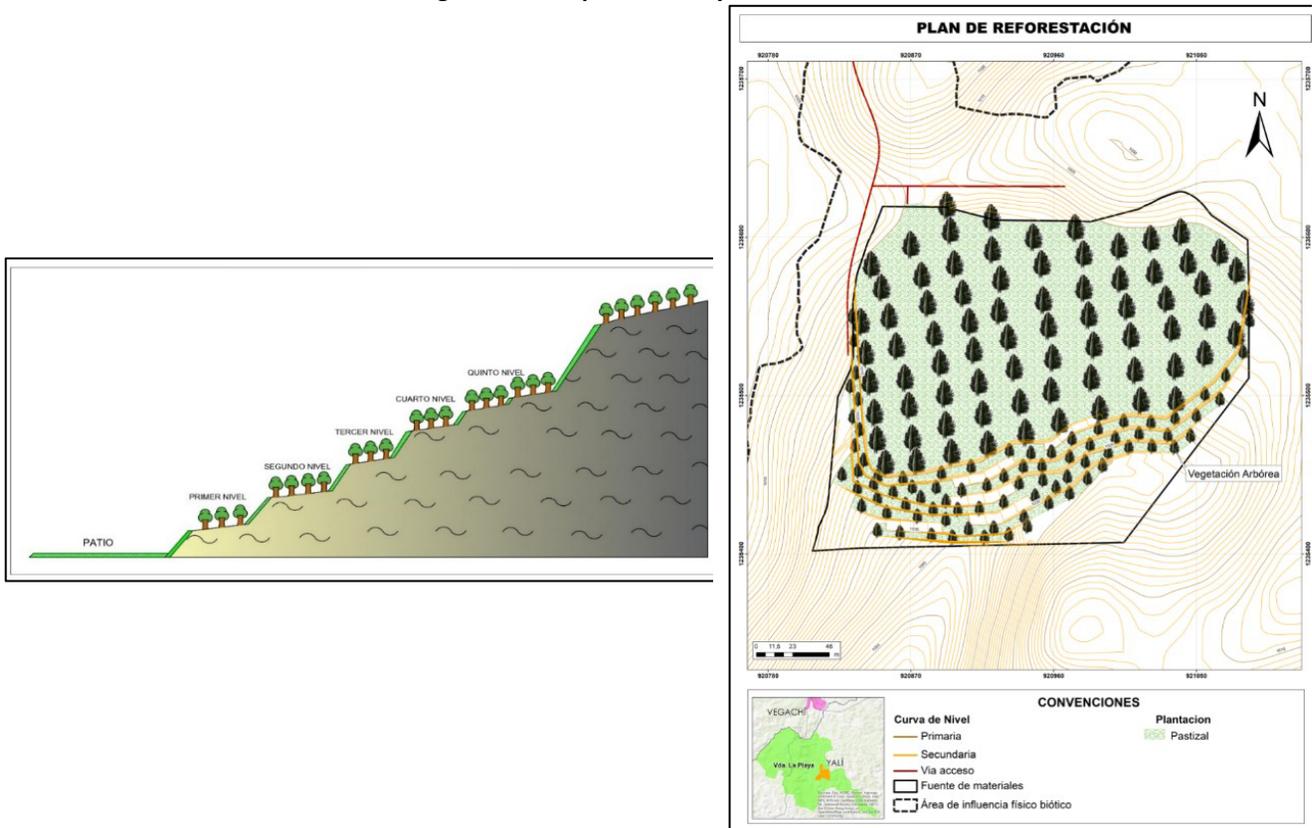
#### 11.1.5.2 Reconformación Morfológica y Paisajística

Una vez despejada el área donde se llevaba a cabo las actividades de explotación se procede a realizar el perfilado de taludes y la reconfiguración morfológica de todas las terrazas de la mina, así como del nivel patio, remoción de montículos, limpieza de cunetas y drenes de aguas de escorrentía, mejorar la vista de la mina a nivel paisajístico para así darle paso a la siguiente fase.

### 11.1.5.3 Empradización y reforestación

Luego de realizar la reconfiguración morfológica se procede a extender la capa de cobertura vegetal que se había retirado antes de iniciar las labores de explotación, cuando la labor de explotación dura mucho tiempo esta capa de cobertura vegetal ya se ha integrado al lugar donde fue dispuesta, por esta razón se deben disponer en forma de cespedones rectangulares y anclarlos a las caras de los taludes más prominentes, lo ideal en esta fase del plan es que la regeneración de la cobertura vegetal se dé, de manera natural con la vegetación propia de la región.

Figura 11-3 Empradización y reforestación



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020.

Cuando no se puede rescatar la capa de cobertura vegetal se hace necesario la realización de un plan de restauración de dicha cobertura ya sea con una especie herbácea de raíces no tan profundas que no afecte las caras de los taludes y como retribución al ambiente también se implementa el plan de reforestación sobre las terrazas de explotación, el nivel patio se puede empradizar y sobre este instalar un vivero o un bosque de productos maderables aprovechables en el tiempo. A continuación, se ilustran los objetivos de cómo quedaría la mina luego de la culminación del plan de cierre y abandono.

## 11.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS

### 11.2.1 Plan de inversión del 1%

Debido a que la presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental no requiere puntos de captación adicionales a los ya establecidos para las Unidades Funcionales 1 y 2, mediante numeral 1 del Artículo Séptimo de la Resolución 763 del 27 de julio de 2016, modificado por el Artículo Séptimo de la Resolución 2182 del 26 de noviembre de 2018, no se complementa ni ajusta este Plan y por lo tanto se enmarca en lo aprobado por la ANLA mediante Artículo Vigésimo Cuarto de la Resolución 02182 del 26 de noviembre de 2018.

### 11.2.2 Plan de compensación del componente biótico

El Plan de Compensación del componente biótico para el Proyecto de MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 763 DE 2016 PARA LA INCLUSION DE LA FUENTE DE MATERIALES EL DIAMANTE PARA LAS UNIDADES FUNCIONALES 1 Y 2 DEL PROYECTO AUTOPISTA RIO MAGDALENA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, se realizó de acuerdo con lo establecido en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MADS, 2012), el cual fue actualizado mediante la Resolución 256 del 22 de febrero de 2018, el cual derogó la Resolución N° 1517 del 31 de agosto de 2012, y actualizo el manual, enfocado en formular alternativas que tengan como objeto resarcir los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos y que conlleven pérdida de biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria.

De acuerdo con lo anterior, el presente documento tiene como propósito la formulación de las alternativas de compensación del Componente Biótico del proyecto, el cual se implementará seis meses después de ser licenciado, con el fin de asegurar que los impactos ambientales generados sean compensados cumpliendo con la jerarquía de mitigación, la cual establece la prevención, mitigación y, por último, la compensación. Esta última se define bajo los principios de equivalencia ecosistémica, cuantificada por los factores de compensación definidos por el Manual según el contexto paisajístico, remanencia, representatividad, rareza y potencial de transformación. El desarrollo de las medidas preliminares contempla alternativas enfocadas en la conservación y restauración.

### 11.2.3 Área impactada y área a compensar

La identificación y cuantificación de las coberturas presentes en el área de influencia del proyecto (Tabla 11-13), y los ecosistemas del área de intervención que se realizó con base en el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2017); la determinación de los factores de compensación por cada una de las áreas a intervenir fue determinada a través del listado nacional de factores de compensación, incluido al interior del Manual para la Asignación de Compensaciones del Componente Biótico (MADS, 2018).

**Tabla 11-13. Coberturas presentes en el área de influencia**

| COBERTURAS                     |   |                                       |             | AREA DE INFLUENCIA |       |
|--------------------------------|---|---------------------------------------|-------------|--------------------|-------|
| NIVEL 1                        | NIVEL 2                                     | NIVEL 3                               | COD. Corine | ÁREA (ha)          | %     |
| Bosques y Áreas Seminaturnales | Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva | Vegetación secundaria o en transición | 323         | 8,16               | 16,8% |

|                              | Bosques  | Bosque de galería y/o ripario              | 314 | 7,01         | 14,5%         |
|------------------------------|--|--|-----|--------------|---------------|
|                              |  | Plantación forestal                        | 315 | 2,69         | 5,6%          |
| Superficies de Agua          | Aguas continentales                                      | Cuerpos de agua artificiales               | 514 | 1,71         | 3,5%          |
|                              |  | Ríos                                       | 511 | 0,35         | 0,7%          |
| Territorios Agrícolas        | Pastos   | Pastos enmalezados                         | 233 | 14,29        | 29,5%         |
|                              |  | Pastos limpios                             | 231 | 10,79        | 22,3%         |
| Territorios Artificializados | Zonas de extracción minera y escombreras                 | Zonas de extracción minera                 | 131 | 1,47         | 3,0%          |
|                              | Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 122 | 1,99         | 4,1%          |
| <b>TOTAL</b>                 |  |  |     | <b>48,47</b> | <b>100,0%</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

#### ✚ Información de las áreas ecológicamente equivalentes.

Como paso inicial se realizó un cruce geográfico de los ecosistemas que fueron impactados por el proyecto, donde se utilizó el programa ArcGIS, específicamente la herramienta Intersect que permite evidenciar las intersecciones de los ecosistemas naturales, secundarios y transformados con la infraestructura del proyecto, después de ese cruce se obtienen los ecosistemas para ejecutar la compensación, los cuales son los siguientes Tabla ecosistemas naturales, secundarios y transformados presentes en el área de influencia donde se realizará el proyecto, como se observa en la Tabla 11-14. Los ecosistemas para compensar se presentan en la Tabla 11-15.

**Tabla 11-14. Ecosistemas presentes en el área de intervención**

| Ecosistema  | Área (Ha)   |
|---|-------------|
| Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas              | 0,12        |
| Pastos enmalezados del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                         | 3,99        |
| Pastos limpios del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                             | 0,18        |
| Plantación forestal del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                        | 0,53        |
| Red vial, ferroviaria y terrenos asociados del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | 0,35        |
| Ríos (50 m) del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                                | 0,00        |
| Zonas de extracción minera del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                 | 0,89        |
| <b>Área total de intervención</b>   | <b>6,06</b> |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

**Tabla 11-15. Ecosistemas a compensar**

| Ecosistema   | Área (Ha)   | Estado       |
|--|-------------|--------------|
| Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | 0,13        | Natural      |
| Pastos enmalezados del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas            | 4,21        | Transformado |
| Pastos limpios del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                | 0,18        | Transformado |
| Plantación forestal del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas           | 0,53        | Transformado |
| <b>Área total de afectación</b>                                      | <b>5,04</b> |              |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

#### ✚ Estimación del área a compensar.

El cálculo del área a compensar se realizó en los ecosistemas impactados por la infraestructura del proyecto, teniendo en cuenta el listado nacional de factores de compensación, en los cuales se presenta un valor para el Criterio de representatividad (Cpr), Criterio de rareza (Cra), Criterio de Remanencia (Crm) y Criterio de Transformación (Ctt), a partir de su sumatoria se obtiene el Factor de Compensación para ecosistemas naturales.

Para ecosistemas secundarios el Factor de compensación (F.C.) será el asignado al ecosistema natural dividido en dos, en cuanto a los ecosistemas Transformados se tomará un factor de compensación de uno, como se puede observar en la **Tabla 11-16**, la cual expone las métricas de factor de compensación.

**Tabla 11-16. Biomas para el cálculo del área a compensar**

| BIOMA IAVH                         | CRP  | CRA  | CRM | CTT  | F.C. |
|------------------------------------|------|------|-----|------|------|
| Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | 1,25 | 1,75 | 2,5 | 1,25 | 6,75 |

Fuente: Listado nacional de factores de Compensación. 2018.

Para los ecosistemas Transformados se asigna un factor de compensación de 1 a 1 de acuerdo con lo dispuesto en el manual de compensaciones del Componente Biótico, por lo tanto, solo los ecosistemas naturales impactados reflejarán el factor de compensación asignado de acuerdo con el listado nacional de factores de Compensación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se siguen los lineamientos y criterios consignados en el manual para la asignación de compensaciones, por lo que en la **Tabla 11-17**, se presentan los resultados del total de área a compensar por ecosistema intervenido

**Tabla 11-17. Ecosistemas y área a compensar**

| Ecosistema   | Área (Ha)   | Estado       | FC   | Área a comp. (Ha) |
|--|-------------|--------------|------|-------------------|
| Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | 0,13        | Natural      | 6,75 | 0,86              |
| Pastos enmalezados del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas            | 4,21        | Transformado | 1    | 4,21              |
| Pastos limpios del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas                | 0,18        | Transformado | 1    | 0,18              |
| Plantación forestal del Orobioma Subandino Nechí-San Lucas           | 0,53        | Transformado | 1    | 0,53              |
| <b>Área total de afectación</b>                                      | <b>5,04</b> |              |      | <b>5,78</b>       |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

### 11.2.3.1 Áreas Propuestas para Compensar

El levantamiento de las áreas se realizó en campo teniendo en cuenta los insumos de clasificación presentados en el numeral anterior, donde se tuvo en cuenta que las diferentes áreas por importancia y nivel de significancia en términos de conservación, lo que permitió evidenciar que las zonas aguas arriba de las sub Zonas Hidrográficas analizadas presentan escenarios de gran potencialidad de conservación, dado que son áreas con cercanía a parques nacionales, a áreas objeto de conservación, a áreas con funcionalidad de conectividad y con ecosistemas de alta prioridad de conservación, por lo que se seleccionaron predios dentro de cada Subzona Hidrográfica, los cuales se encuentran al interior de dichas áreas, o que por su potencial logren establecer núcleos de interés de

conservación a nivel municipal y/o regional en parte o de manera perimetral a estas zonas de significancia para la conservación de los recursos hídricos y ecosistémicos.

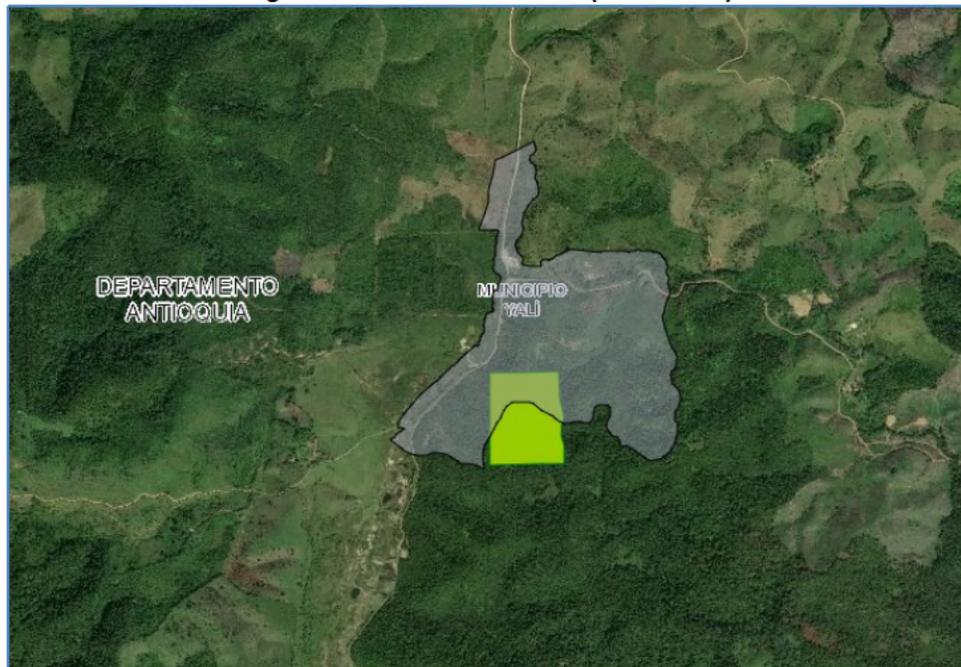
De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 11-18 se presentan las coordenadas generales de ubicación del área seleccionada para desarrollar actividades de compensación con su respectiva área.

**Tabla 11-18. Coordenadas del área propuesta**

| vértice | Coordenadas Y | Coordenadas X | Vértice                      | Coordenadas Y | Coordenadas X |
|---------|---------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|
| 1       | 920789.41     | 1235134.63    | 9                            | 921027.86     | 1235117.92    |
| 2       | 920789.67     | 1235318.46    | 10                           | 921027.83     | 1235102.60    |
| 3       | 920847.80     | 1235320.15    | 11                           | 921036.10     | 1235073.13    |
| 4       | 920894.11     | 1235320.81    | 12                           | 921036.01     | 1235013.03    |
| 5       | 921019.86     | 1235325.34    | 13                           | 920950.60     | 1235014.33    |
| 6       | 921024.46     | 1235231.06    | 14                           | 920786.88     | 1235007.50    |
| 7       | 921036.23     | 1235167.40    | 15                           | 920789.41     | 1235134.63    |
| 8       | 921029.07     | 1235137.95    | <b>Área Total de 7.60 ha</b> |               |               |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

**Figura 11-4. Área seleccionada (Color verde)**



Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020

### 11.2.3.2 Información de las áreas ecológicamente equivalentes.

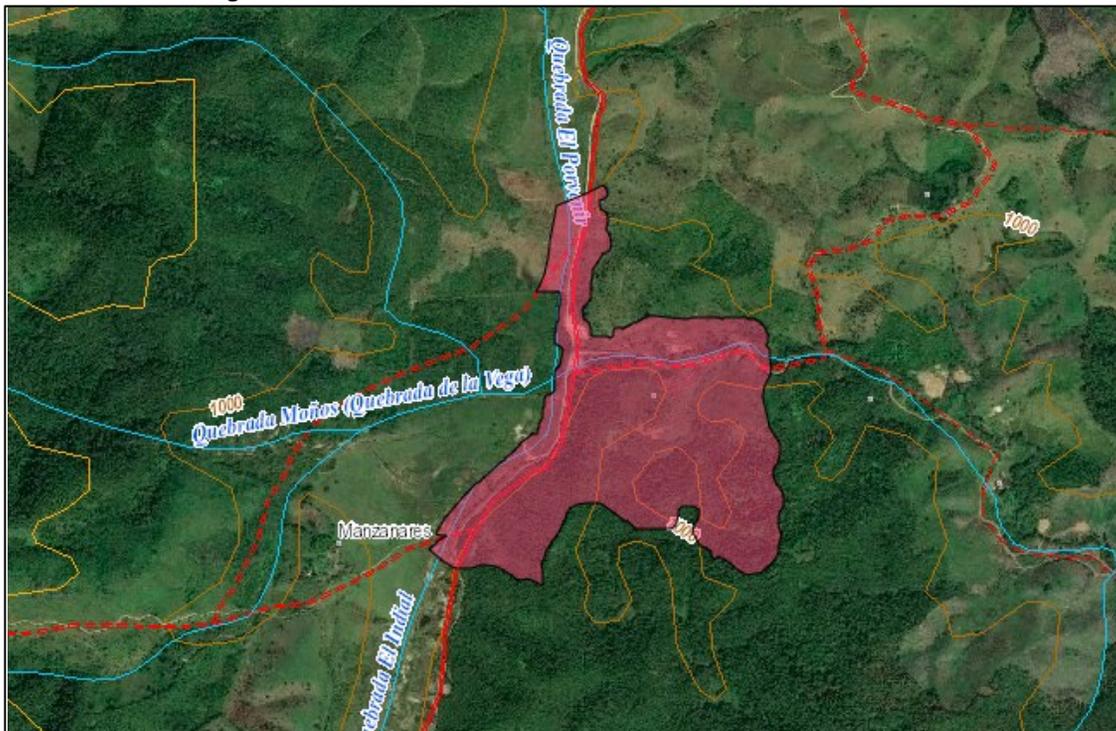
Como paso inicial se realizó un cruce geográfico de los ecosistemas que fueron impactados por el proyecto, donde se utilizó el programa ArcGIS, específicamente la herramienta Intersect que permite evidenciar las intersecciones de los ecosistemas naturales, secundarios y transformados con la infraestructura del proyecto, después de ese cruce se obtienen los ecosistemas para ejecutar la compensación, la descripción general de las coberturas impactadas por compensar.



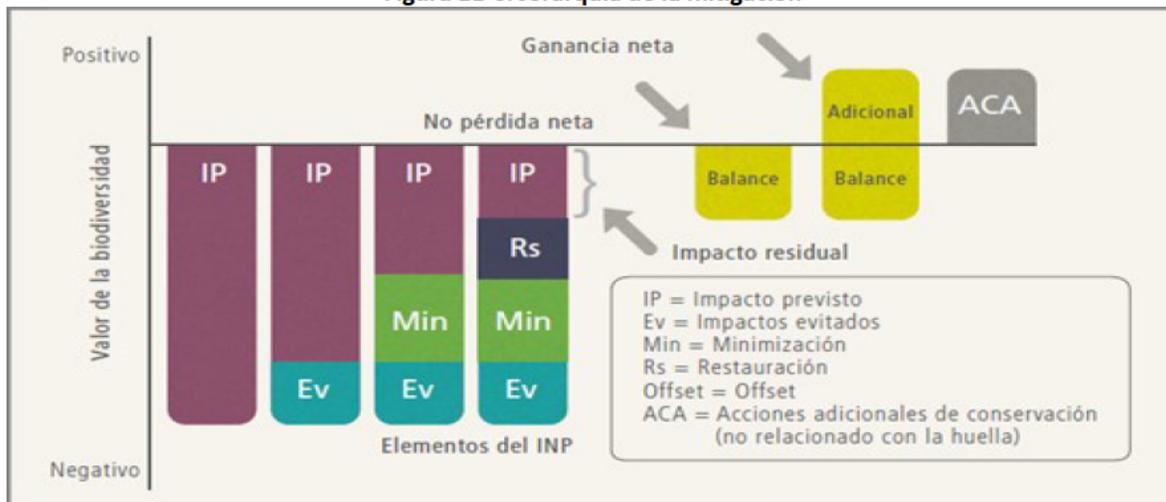
Teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra dentro de las subzonas hidrográficas 3503 y 3504 se hace un análisis de las coberturas que conforman cada uno de los ecosistemas con el fin de tener claridad de la situación actual, basándose también en la información aportada al interior del capítulo de caracterización de línea base del medio biótico y específicamente del componente flora, el cual se puede ver de manera detallada en el capítulo 5.2 del presente documento.

**Figura 11-5. Cruces cartográficos realizados**

**1. Vista general del área de influencia de la fuente de materiales El Diamante**





**Figura 11-6. Jerarquía de la mitigación**


Fuente: BBOP, adaptado de Río Tinto & Gob. de Australia.

#### ✚ Zonificación de las áreas de manejo

La elaboración del presente documento de solicitud de modificación de licencia ambiental permite identificar y especializar los impactos que se generarán con el desarrollo del proyecto. Como medida de prevención se realiza la zonificación ambiental que permite restringir las operaciones a las áreas estrictamente necesarias, previniendo los impactos sobre las coberturas aledañas y minimizando las afectaciones sobre las zonas de operación.

#### ✚ Medidas de manejo

El objetivo de la implementación de medidas de prevención y mitigación es la minimización de los impactos sobre los elementos ambientales circundantes en las áreas a intervenir por las actividades del proyecto, relacionando aquellos que específicamente están formulados para la gestión de los impactos ambientales que puedan ocasionarse sobre los ecosistemas y elementos sensibles existentes en el área de influencia del proyecto. Las medidas de corrección están dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones de la biodiversidad afectadas por el proyecto.

##### 11.2.3.5 Cronograma estimado de ejecución

A continuación, en la **Tabla 11-19** se presenta el cronograma estimado de ejecución de actividades para la aplicación del programa de compensación del medio biótico del proyecto.

**Tabla 11-19. Cronograma proyectado de ejecución**

| ACTIVIDAD                 | Año 0                           | Año 1 |       | Año 2 |       | Año 3 |       | Año 4 |       | Año 5 |        |
|---------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                           | 6 meses a partir de la licencia | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 5 | Sem 6 | Sem 7 | Sem 8 | Sem 9 | Sem 10 |
| Definición de predios     | X                               | X     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Negociación               |                                 | X     | X     | X     | X     |       |       |       |       |       |        |
| Levantamiento Topográfico |                                 | X     | X     | X     | X     |       |       |       |       |       |        |



| ACTIVIDAD                                       | Año 0                           | Año 1 |       | Año 2 |       | Año 3 |       | Año 4 |       | Año 5 |        |
|---|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|   | 6 meses a partir de la licencia | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 5 | Sem 6 | Sem 7 | Sem 8 | Sem 9 | Sem 10 |
| Realización de acuerdo de conservación          |                                 | X     | X     | X     | X     | X     |       |       |       |       |        |
| Cerramiento del Área por conservar              |                                 | X     | X     | X     | X     | X     | X     |       |       |       |        |
| Establecimiento de las acciones de compensación |                                 |       |       | X     | X     | X     | X     |       |       |       |        |
| Verificación de áreas implementadas             |                                 |       |       | X     | X     | X     | X     | X     |       |       |        |
| Mantenimientos                                  |                                 |       |       |       |       | X     | X     | X     | X     | X     | X      |
| Establecimiento de Modos de compensación        |                                 |       |       | X     | X     | X     | X     | X     | X     |       |        |
| Monitoreo y seguimiento                         |                                 |       |       | X     |       | X     |       | X     |       | X     | X      |
| Reporte del cumplimiento de la obligación       |                                 |       | X     |       | X     |       | X     |       | X     | X     | X      |
| Cierre de la obligación                         |                                 |       |       |       |       |       |       |       | X     | X     | X      |

Fuente: Autopista Río Magdalena S.A.S. 2020