

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 1 Y 3
PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1**



Elaborado para:





Elaborado por:



Consultoría Colombiana S.A.

**Bogotá D.C.
Febrero de 2017**



| | | |
|--|--|---|
|  <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p> | <p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p> |  <p>SOMOS TU VÍA</p> |
| | <p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p> | |
| | <p>VERSIÓN 0.2</p> | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 1 Y 3 PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1

TABLA DE CONTENIDO

PÁG.



0. RESUMEN 6

| | | |
|--|---|--|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  Devimar SOMOS TU VÍA |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 1 Y 3 PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1

ÍNDICE DE TABLAS

| | PÁG. |
|---|-------------|
| Tabla 1 Coordenadas puntos de inicio y final – Unidades funcionales 1 y 3..... | 7 |
| Tabla 2 Identificación de fuentes de agua | 8 |
| Tabla 3 Requisitos técnicos Unidad Funcional 1 | 9 |
| Tabla 4 Requisitos técnicos Unidad Funcional 3 | 11 |
| Tabla 5 Características Geométricas y Técnicas Túnel..... | 12 |
| Tabla 6 Localización de sitios de acopio de materiales y operaciones | 13 |
| Tabla 7 ZODME para la Unidades Funcionales..... | 13 |
| Tabla 8 Balance de masa unidad funcional 1 | 14 |
| Tabla 9 Balance de masa unidad funcional 3 | 14 |
| Tabla 9 Unidades litológicas | 19 |
| Tabla 10 Unidades Geomorfológicas | 21 |
| Tabla 11 Unidades de Paisaje Natural..... | 23 |
| Tabla 12 Distribución Espacial de la Calidad Visual | 24 |
| Tabla 13 Asociaciones y Fases dentro del Área de Estudio | 25 |
| Tabla 14 Vocación de Uso del Suelo en el Área de influencia del Proyecto | 27 |
| Tabla 15 Uso Actual del Suelo en el Área de influencia del Proyecto..... | 27 |
| Tabla 16 Conflictos de Uso del Suelo en el Área de influencia del Proyecto..... | 28 |
| Tabla 17 Unidades hidrogeológicas identificadas en el área de influencia..... | 32 |
| Tabla 18 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica | 37 |
| Tabla 19 Especies amenazadas..... | 45 |
| Tabla 20 Especies endémicas | 45 |
| Tabla 21 Elementos de análisis para la zonificación ambiental | 50 |
| Tabla 22. Demanda de Agua Total en el Proyecto | 53 |
| Tabla 23 Identificación de fuentes..... | 54 |
| Tabla 24 Sitios propuestos para vertimiento | 55 |
| Tabla 25. Volumen Total de Agua a Verter | 55 |
| Tabla 26 Ecosistemas terrestres intervenidos por el proyecto..... | 56 |
| Tabla 27 Área de intervención por ecosistema transformado y natural | 57 |
| Tabla 28 Volúmenes totales por ecosistema para areas naturales | 57 |
| Tabla 29 Volúmenes a aprovechar por ecosistemas censados | 58 |
| Tabla 30 Áreas de zonificación de manejo del componente físico | 61 |
| Tabla 31 Áreas de zonificación de manejo del componente Biótico | 61 |
| Tabla 32 Áreas de zonificación de manejo del componente socioeconómico. | 62 |
| Tabla 33 Zonificación de Manejo Ambiental para el área de influencia definitiva | 62 |



| | | |
|--|--|---|
|  <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p> | <p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p> |  <p>Devimar SOMOS TU VÍA</p> |
| | <p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p> | |
| | <p>VERSIÓN 0.2</p> | |

| | |
|---|----|
| Tabla 34. Listado de Programas y Fichas de Manejo para el Medio Abiótico..... | 64 |
| Tabla-35 Listado de Programas y Fichas de Manejo para el Medio Biótico | 65 |
| Tabla 36. Listado de programas y fichas de manejo para el componente biótico | 66 |
| Tabla-37 Listado de fichas del medio Socioeconómico | 66 |
| Tabla 38. Listado de Programas de seguimiento para el Medio Abiótico..... | 67 |
| Tabla 39. Listado de Programas de seguimiento para el Medio Biótico..... | 68 |
| Tabla 40. Listado de fichas de seguimiento y monitoreo del medio Socioeconómico | 68 |
| Tabla 41 Listado de Fichas de Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio..... | 69 |
| Tabla 42 Fichas de Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio | 69 |
| Tabla 43 Fichas de Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio | 69 |

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 1 Y 3
PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1**

ÍNDICE DE FIGURAS

| | PÁG. |
|--|-------------|
| Figura 1 Perfil longitudinal Trazado aproximado Unidad Funcional 1..... | 8 |
| Figura 2 Sección típica doble calzada a nivel con aprovechamiento en corte | 9 |
| Figura 3 Perfil longitudinal Unidad Funcional 3..... | 10 |
| Figura 4 Sección típica para Túnel..... | 11 |
| Figura 5 Localización de las estaciones IDEAM con información histórica de variables climatológicas..... | 30 |
| Figura 6 Zonificación Geotécnica Túnel | 36 |
| Figura 7 Mapa de zonificación geotecnica..... | 37 |
| Figura 8 Zonificación de Manejo Ambiental para el área de influencia definitivo..... | 63 |

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

0. RESUMEN

El proyecto Autopista al Mar 1 hace parte de los corredores de Autopistas para la Prosperidad que a su vez pertenece al programa de cuarta generación de concesiones viales. El proyecto de Autopistas de la Prosperidad en Antioquia lo conforman 8 concesiones y una variante.

La construcción de la nueva calzada de la Ruta Nacional 62, tiene como objetivo duplicar la capacidad actual de la vía, con el fin de facilitar el intercambio vehicular entre los municipios de Medellín y San Jerónimo.

El proyecto se encuentra localizado en el departamento de Antioquia; este departamento se encuentra localizado en la parte noreste del país, limita al norte con el mar Caribe y con el departamento de Córdoba; al occidente con el departamento del Chocó; al oriente con los departamentos de Bolívar, Santander y Boyacá; y al sur con los departamentos de Caldas y Risaralda.

De acuerdo con la ANI (Agencia Nacional de Infraestructura) el proyecto Autopista al Mar 1 se dividió en Unidades Funcionales (UF), para este documento se acordó presentar dos (2) Unidades Funcionales que son:

- Unidad Funcional – 1: Desde la salida del túnel de Occidente hasta el municipio de San Jerónimo.
- Unidad Funcional – 3: Desde el paso a desnivel de la vereda El Uvito (700 metros antes del portal Medellín) hasta la salida del nuevo túnel.

Este proyecto incluye la construcción de la segunda calzada desde Medellín hasta Santa Fe de Antioquia y la construcción de un segundo túnel párelo al ya existente. Con estos trabajos se pretende duplicar la capacidad actual de la Ruta Nacional 62, tramo 04, que permite el intercambio vehicular entre los municipios de Sopetrán y Santa Fe de Antioquia.

Las unidades funcionales 1 y 3 a las que se refiere el presente documento se encuentran localizadas en su totalidad en el departamento de Antioquia. Este departamento está situado en la parte noreste del país, limita al norte con el mar Caribe y con el departamento de Córdoba; al occidente con el departamento del Chocó; al oriente con los departamentos de Bolívar, Santander y Boyacá; y al sur con los departamentos de Caldas y Risaralda.

En específico, el recorrido de la unidad funcional 1 transita por los municipios de Medellín y San Jerónimo, mientras que la unidad funcional 3 únicamente está presente dentro del municipio de Medellín.

Las coordenadas de inicio y final para cada unidad funcional (1 y 3) que compone el

presente documento son las mostradas en la Tabla 1.

Tabla 1 Coordenadas puntos de inicio y final – Unidades funcionales 1 y 3.

| UF | Inicio | Fin | Abscisado | Observación |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | X: 1153798,17 Y: 1191242,92 | X: 1148939,77 Y: 1204116,50 | Inicio: K0+00 Fin: K 17+800 | |
| 3 | X: 1157767,62 Y: 1187946,87 | X: 1153798,17 Y: 1191242,92 | Inicio: K0+00 Fin: K 5 + 183 | Incluye Túnel de 4,6 km y Peaje |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En el área del proyecto la vía existente es de tipo primaria de acuerdo con la clasificación del INVIAS. Este corredor permite la comunicación de Medellín hasta Santa Fe de Antioquia en una calzada y las vías que llevan a los centros poblados existentes en el trayecto como San Jerónimo y Sopetrán, veredas, fincas y zona de producción económica de la región, asimismo, conectando algunas carreteras secundarias o terciarias.

La vía existente en área de intervención de proyecto corresponde a 23 kilómetros de la vía que de Medellín conduce a Santa Fe de Antioquia. Por ser una vía de tipo nacional o primaria, tienen carácter de troncales debido a que integran las principales zonas de producción y consumo, y conectan las fronteras con los puertos de comercio internacional, esta vía mantiene las especificaciones establecidas por INVIAS como son: capa de rodadura en capa asfálticas o flexibles que consiste en un bituminosa apoyada en material no ligado, tiene un derecho de vía mayor a 30 metros, ancho de calzada 7.30 metros, el ancho de berma es de 1.00 metros, el ancho de la cuneta es de 1.00 metros.

La infraestructura existente en el tramo de la Unidad Funcional 1 está compuesta principalmente desde la salida del túnel de Occidente hasta el municipio de San Jerónimo en un recorrido de 19 kilómetros en el cual se va a construir la segunda calzada.

La infraestructura existente en el tramo de la Unidad Funcional 3, está compuesta principalmente por la vía de Medellín – Santa Fe de Antioquia, el túnel de occidente, a los cuales se les van a construir la segunda calzada y el túnel alterno, además se cruza un poliducto de Ecopetrol y algunas viviendas aisladas.

Accesos existentes a sitios de captaciones de las unidades funcionales 1 y 3.

En la Tabla 2 se indica la ubicación de las cuatro (4) captaciones contempladas para el Proyecto y el aprovechamiento de agua de infiltración en dos (2) puntos:

Tabla 2 Identificación de fuentes de agua

| No. | Nombre | Corriente | Vereda Municipio | Coordenadas Magna Sirgas origen Oeste | | Uso | |
|-----|--|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------|-----|---|
| | | | | Norte | Este | I | D |
| 1 | CAP 4 | Rio Aurrá | El Rincón / San Jerónimo | 1204843,4 | 1148972,6 | X | |
| 2 | CAP 7 | Quebrada la Volcana | Corregimiento Las Palmitas / Medellín | 1192776,6 | 1153642,3 | X | |
| 3 | CAP 8 | Quebrada la Frisola | La Volcana - Guayabal / Medellín | 1191373,3 | 1153746,6 | X | X |
| 4 | Captación Portal Medellín | Quebrada La Culebra | Naranjal /Medellín | 1188356,0 | 1157426,0 | X | |
| 5 | Captación Portal Medellín (Infiltración) | Infiltración – Túnel | Naranjal/Medellin | 1157413 | 1188391 | X | |
| 6 | Captación Portal Santa Fe (Infiltración) | Infiltración - Túnel | La Volcana/Guayaba 1 | 1153836 | 1181213 | X | |

I: Industrial D: Domestico

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El trazado y características geométricas se presentan a continuación para cada una de las unidades funcionales que conforman el proyecto:

La Unidad Funcional 1 inicia en la salida del túnel de occidente y concluye a la altura del municipio de San Jerónimo, presenta una longitud aproximada de 18 Km con las características que se indican a continuación:

El perfil longitudinal del trazado aproximado se presenta en la Figura 1.

Figura 1 Perfil longitudinal Trazado aproximado Unidad Funcional 1.



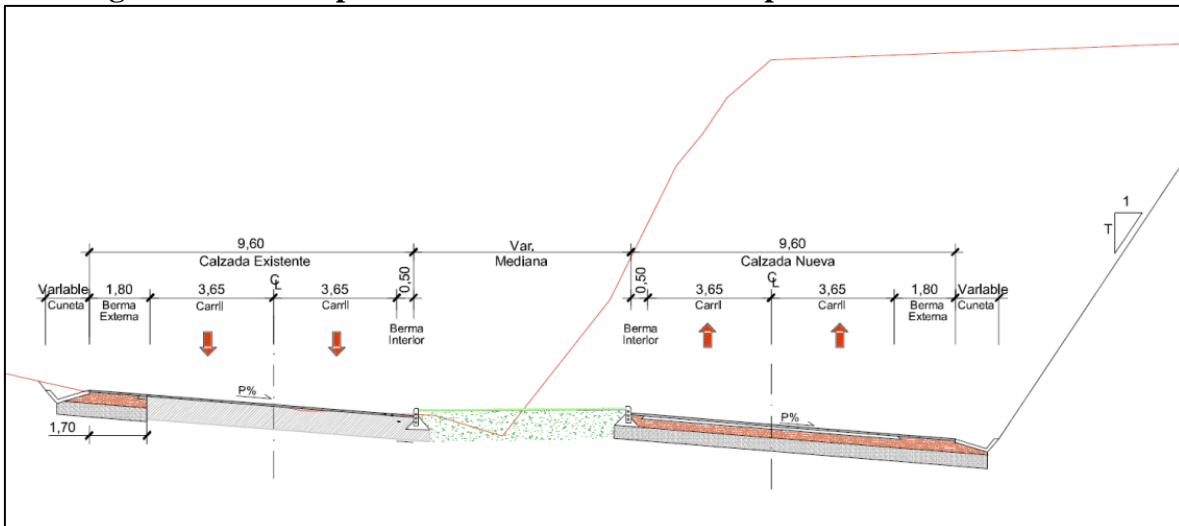
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El perfil muestra una tendencia geomorfológica muy uniforme, y aunque involucra la necesidad de estructuras como puentes y algunos cortes y rellenos, son normales en este tipo de proyectos, aprovecha un corredor ya existente para minimizar movimientos de tierra

e intervenciones, reduciendo significativamente los impactos ambientales en la construcción del proyecto.

Teniendo en cuenta que el proyecto involucra la construcción de una nueva calzada adyacente a una calzada existente. En la Figura 2 se presenta la sección típica de los ejes para esta configuración vial.

Figura 2 Sección típica doble calzada a nivel con aprovechamiento en corte



Fuente: Diseño de trazado de Autopista al Mar 1, del proyecto “autopistas para la prosperidad”, 2015.

En la Tabla 3 se presentan las condiciones técnicas exigidas en el Apéndice Técnico 1 para esta Unidad Funcional.

Tabla 3 Requisitos técnicos Unidad Funcional 1

| Requisitos Técnicos | Unidad | Unidad Funcional 1 |
|------------------------------------|-----------------------|--|
| Longitud de Referencia | Km | 19 |
| Número de Calzadas Mínimo | Un | 2 |
| No. de Carriles por Calzada Mínimo | Un | 2 |
| Sentido de Carriles | Uni o Bidireccional | Unidireccional |
| Ancho de Carril Mínimo | m | 3,65 |
| Ancho de Calzada Mínimo | m | 7,30 |
| Ancho de Berma Mínimo | m | 1,8m en exteriores y 0,5m en interiores. En caso de un diseño en par vial el ancho de la berma debe ser de 1,80m |
| Tipo de Berma | | Berma cuneta en L |
| Funcionalidad | Primaria – Secundaria | Primaria |
| Acabado de la rodadura | Flexible - Rígido | Flexible o Rígido |
| Velocidad de diseño mínimo | Km/h | 80 |
| Radio mínimo | m | 229 |

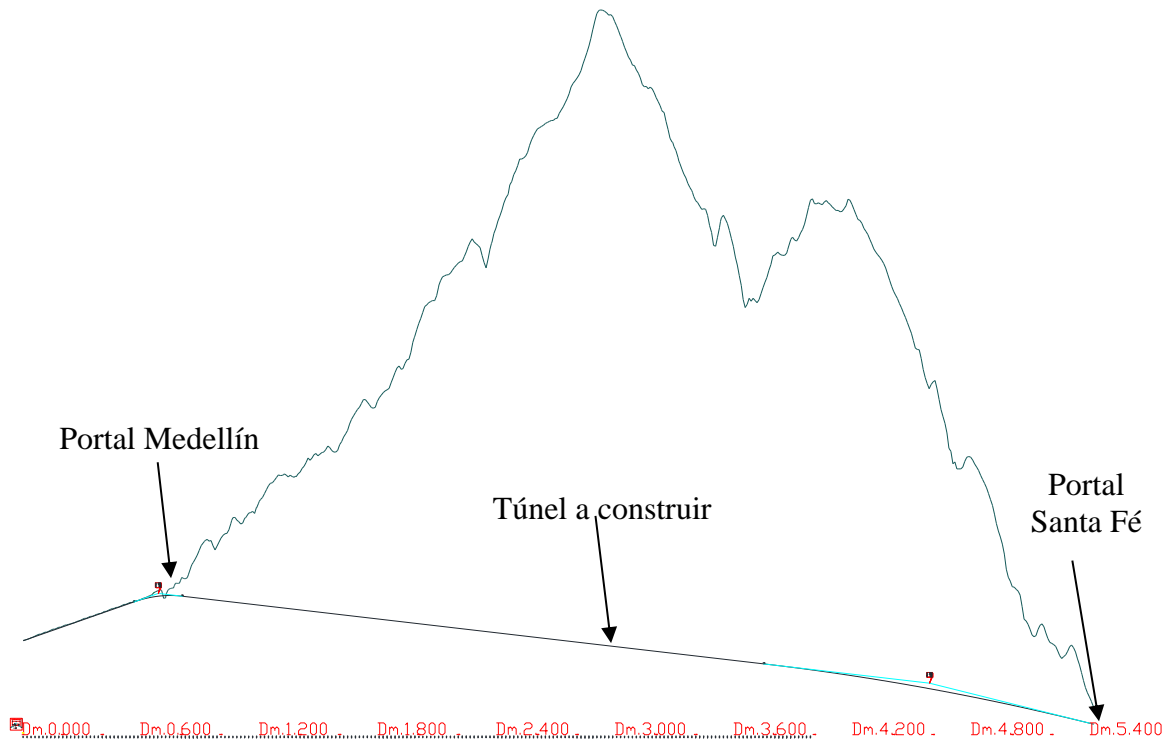
| Requisitos Técnicos | Unidad | Unidad Funcional 1 |
|-----------------------------------|--------|--------------------|
| Pendiente máxima | % | 6 |
| Ancho mínimo de separador central | m | Variable |
| Iluminación | | Si |

Fuente: Apéndice Técnico 1 Contrato de Concesión No. 014 de 2015

Perfil longitudinal Unidad 3

En la Figura 3 se observa el perfil del terreno a ser cruzado mediante el túnel, y un trazado promedio para la construcción de esta infraestructura. En cuanto al alzado, la cota de salida del túnel se encuentra a 30 metros por debajo del trazado existente.

Figura 3 Perfil longitudinal Unidad Funcional 3



Fuente: Consorcio Mar 1, 2016

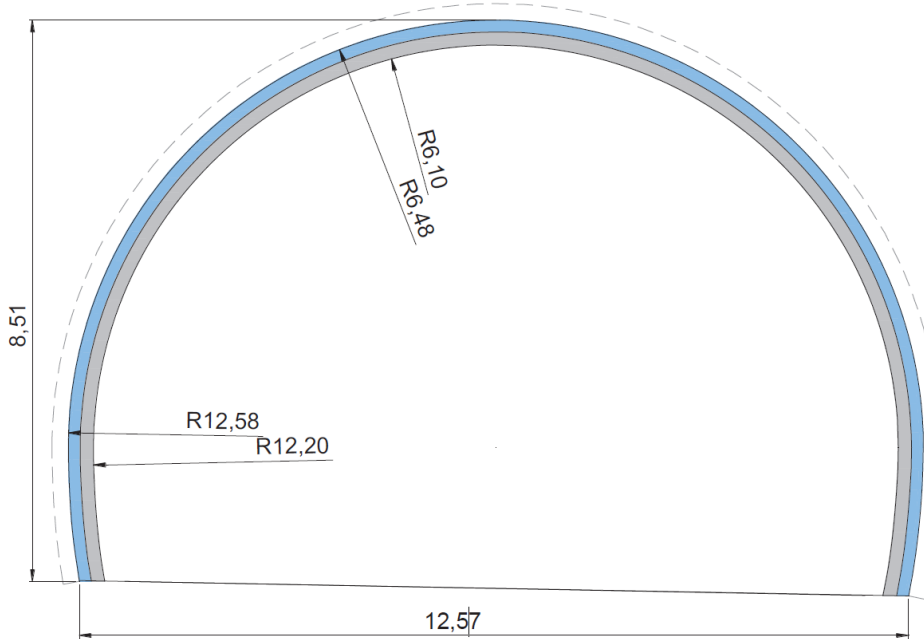
Del perfil anterior se puede observar que con los 4,6 kilómetros que se construirían en túnel se atravesaría un sector de la Cordillera Central en cuya parte más profunda se tendría alrededor de 625 metros respecto a la superficie del terreno; evitando de esta forma largos trazados, pendientes pronunciadas e intervenciones asociadas a una vía a cielo abierto.

Teniendo en cuenta que esta Unidad Funcional comprende un tramo de construcción de vía en superficie, y otro que se desarrollará por medio de un túnel; las secciones típicas para cada configuración de vía se presenta a continuación.

Vía en superficie: Teniendo en cuenta que el proyecto involucra la construcción de una nueva calzada muy próxima a una ya existente, en la Figura 2 se presentó la sección típica para esta Unidad Funcional.

Para el tramo en que se construirá en segundo tubo del túnel de Occidente, paralelo al existente separados por unos 75 metros, se considera una estructura de doble radio interior de 6,10 metros en bóveda y de 12,20 metros en hastiales. El ancho de excavación oscila entre 12,23 y 13,50 m y la altura de excavación entre 7,88 y 9,29 metros. Ver Figura 4.

Figura 4 Sección típica para Túnel



Fuente: Consorcio Mar 1, 2016.

En la Tabla 4 se presentan las condiciones técnicas exigidas por el Apéndice Técnico 1 para esta Unidad Funcional para el tramo a cielo abierto.

Tabla 4 Requisitos técnicos Unidad Funcional 3

| Requisitos Técnicos | Unidad Funcional 3 (Vía cielo abierto) |
|--|--|
| Longitud de Referencia (Km) | 0,717 (Portal Oriental) 0,036 (Portal Occidental) |
| Número de Calzadas Mínimo (Un) | 1 |
| Número de Carriles por Calzada Mínimo (Un) | 2 |
| Sentido de Carriles (Uni o Bidireccional) | Unidireccional |
| Ancho de Carril Mínimo (m) | 3,65 |
| Ancho de Calzada Mínimo (m) | 7,30 |
| Ancho de Berma Mínimo (m) | 1,8 metros exterior y 0,50 metros interior. |

| Requisitos Técnicos | Unidad Funcional 3 (Vía cielo abierto) |
|--|--|
| Tipo de Berma | Berma cuneta en L |
| Funcionalidad (Primaria – Secundaria) | Primaria |
| Acabado de la rodadura (Flexible – Rígido) | Flexible o Rígido |
| Velocidad de diseño mínimo (km/h) | 60 |
| Radio mínimo (m) | 161,6 |
| Pendiente máxima (%) | 7 |
| Iluminación | Si |

Fuente: Apéndice Técnico 1 Contrato de Concesión No. 014 de 2015.

En cuanto a las características técnicas que debe cumplir el túnel, se tienen las condiciones técnicas exigidas por el Apéndice Técnico 1 para esta estructura y mostradas en la Tabla 5.

Tabla 5 Características Geométricas y Técnicas Túnel

| Requisitos Técnicos | Unidad Funcional 3 (Túnel) |
|--|--|
| PR de Inicio – PR de Término | 0+717 – 5+316 |
| Longitud de Referencia (Km) | 4,599 |
| Número de Calzadas Mínimo (Un) | 1 |
| Número de Carriles por Calzada Mínimo (Un) | 2 |
| Sentido de Carriles (Uni o Bidireccional) | Unidireccional |
| Ancho de Carril Mínimo (m) | 4,00 |
| Ancho de Calzada Mínimo (m) | 8,00 |
| Ancho de Berma Mínimo (m) | 0,50 |
| Andenes laterales mínimo (m) | 1,00 |
| Acabado de la rodadura (Flexible – Rígido) | Rígido |
| Velocidad de diseño mínimo (km/h) | 80 |
| Radio mínimo (m) | 1047 |
| Pendiente máxima (%) | -2,20 ⁽¹⁾ % |
| Tipo de ventilación | Longitudinal |
| Gálibo mínimo de operación vehicular (m) | 5,0 |
| Revestimiento en hastiales y bóveda (m) | 0,30 |
| Galerías | 6 peatonales 3 vehiculares |
| Impermeabilización (%) | De forma general, Geotextil + Lámina PVC |

(1) Pendiente de diseño Fase II, se debe como máximo cumplir con las recomendaciones nacionales e internacionales (máximo 5%).

Fuente: Apéndice Técnico 1 Contrato de Concesión No. 014 de 2015.

Se dispusieron cuatro (4) sitios para acopio de materiales y operaciones, los cuales se indican en la Tabla 6. Sin embargo, se señala que el sitio principal para acopio y almacenamiento de materiales se considera dentro del perímetro perteneciente a la Planta 1. No obstante, el desarrollo del proyecto contempla utilizar los frentes de obra a lo largo del corredor vial para realizar el acopio de los materiales, con la premisa de utilizarlos diariamente o en el menor tiempo posible simultáneamente con el avance de las obras. Dentro de la Planta 1, se incluye la localización de la Planta de Asfalto, hormigón y triturado.

Tabla 6 Localización de sitios de acopio de materiales y operaciones

| No | UF | Abscisa | Nombre | Vereda | Municipio | Este | Norte | Área |
|----|----|---------|----------------------------|-------------|-----------|------------|------------|-------|
| 1 | 3 | K0+500 | Acopio túnel boca Medellín | La Cuchilla | Medellín | 1.157.467 | 1.188.338 | 0,161 |
| 2 | 3 | K5+182 | Acopio túnel boca Santa Fe | La Volcana | Medellín | 1.153.799 | 1.191.245 | 0,404 |
| 3 | 1 | K1+400 | Planta 1 | Guayabal | Medellín | 1.153.169 | 1.192.293 | 5,424 |
| 4 | 1 | K1+220 | Zona de Acopio | Naranjal | Medellín | 1157686,92 | 1188151,15 | 0,359 |

Fuente: Consorcio MAR – 1, 2016

Para el manejo y la disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición en las Unidades Funcionales se tienen establecidos Zonas de Disposición de Material Sobrante de Excavación - ZODME y su objetivo primordial es alojar de forma permanente el material sobrante de excavación generado durante las actividades constructivas, bajo condiciones seguras que causen un impacto ambiental mínimo, para lo cual en la Tabla 6 se presentan estos ZODME con la relación de los volúmenes estimados a disponer en cada uno de los sitios identificados e indicando las características generales.

Tabla 7 ZODME para la Unidades Funcionales

| ZODME | UF | Abscisa | Vereda | Este | Norte | Área (ha) | Capacidad estimada (m ³) |
|--------------|-----|---------|----------------|-----------|-----------|--------------|--------------------------------------|
| 1 | UF3 | - | La Palma | 1158166,8 | 1185387,7 | 1,956 | 273.170 |
| 8 | UF1 | 11+000 | Piedra Negra | 1150526,2 | 1198317,2 | 2,022 | 82.175 |
| 9 | UF1 | 11+000 | Piedra Negra | 1150757,8 | 1198358,7 | 1,504 | 64.690 |
| 10 | UF1 | 11+750 | Llano San Juan | 1150124,4 | 1198887,7 | 1,257 | 121.130 |
| 14 | UF1 | 16+650 | El Calvario | 1149294,0 | 1203087,2 | 1,854 | 138.050 |
| Total | | | | | | 8,593 | 679,215 |

Fuente: Consorcio MAR – 1, 2016

En la Unidad Funcional 1 la disposición de los materiales sobrantes de los procesos constructivos se realizará en las ZODMEs 8, 9, 10 y 14.

Para este caso, el material estimado a disponer en la ZODME se establece como el sobrante de realizar el aprovechamiento al 30% del producto de la excavación, la cual corresponde a la cuantía de recuperación de material apto para reutilizar en rellenos del proyecto, según lo identificado para este caso. El balance de masas establecido para esta unidad funcional se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8 Balance de masa unidad funcional 1

| Corte (m ³) | Terraplén (m ³) | Material sobrante (m ³) | Material a disponer (menos 30% de reuso) | ZODME a emplear | Capacidad ZODME (m ³) | Capacidad Remanente para unidad funcional 3 (m ³) |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|-----------------|-----------------------------------|---|
| 1.692.035 | 1.249.725 | 442.310 | 309.617 | 8, 9, 10 y 14 | 406.045 | 96.428 |

Fuente: Consorcio MAR – 1, 2016

El resto de este material producto del corte (132.693 m³) será llevado a la Planta 1 para aprovechamiento.

Para el caso de la Unidad Funcional 3 la disposición de los materiales sobrantes de los procesos constructivos, que en una gran proporción corresponden a los productos del túnel, se realizará en las ZODME 1 y 9. Esta última principalmente por la capacidad remanente establecida en la tabla anterior.

Para la construcción del segundo tubo del túnel de occidente se prevén dos frentes, boca Medellín y boca Santa Fe. En la boca Medellín, se usará la ZODME 1 que se encuentra a una distancia aproximada de 5 km del portal. Para la boca Santa Fe, se utilizará la ZODME 9 ubicado a 12 km de este portal.



Para este caso, y de forma similar para la unidad funcional 1, se obtiene el balance de masas para la unidad funcional 3 presentado en la Tabla 9. También se establece reuso del 30% y traslado de material apto a Planta 1 para procesamiento y uso en rellenos del proyecto.

Tabla 9 Balance de masa unidad funcional 3

| Corte (m ³) | Terraplén (m ³) | Material sobrante (m ³) | Material a disponer (menos 30% de reuso) | ZODME a emplear | Capacidad ZODME (m ³) |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|-----------------------------------|
| 469.859 | 34.760 | 435.099 | 304.569 | 1 y remanente de la UF 3 | 369.598 |

Fuente: Consorcio MAR – 1, 2016

El área de influencia para el proyecto se definió atendiendo los Términos de Referencia, M-M-INA-02, versión No. 2, para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (resolución 0751 de marzo de 2015); y la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales del año 2010, se definieron las áreas de influencia del proyecto con fundamento en los impactos significativos potenciales que se generarían en la etapa de construcción del proyecto y su trascendencia en función con las barreras identificadas en cada caso.

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Consideraciones técnicas

A partir del anterior concepto, la definición de las áreas de influencia del proyecto supone la realización de una evaluación ambiental preliminar que permita identificar los impactos ambientales significativos que se pueden presentar por la ejecución del proyecto en cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, siguiendo el proceso descrito de manera general en los siguientes pasos secuenciales:

- Determinación de implicaciones constructivas.
- Consultar la información secundaria disponible.
- Evaluación inicial ambiental.
- Determinación inicial del área de influencia.
- Ajuste iterativo del área preliminar.



Para la determinación de las áreas iniciales, por cada medio se emplean los criterios más relevantes y de esta manera se establecen las reglas parciales espacializadas para cada sector según lo observado. Estos criterios, por cada medio, se presentan en los siguientes numerales resaltando que se listan en orden jerárquico predominante para cada medio.

Criterios Abióticos

Como se ha explicado, la determinación de un área de influencia directa preliminar en el medio físico (abiótico), se obtuvo a partir de una evaluación preliminar de impactos y su relación con los componentes ambientales circundantes. Una vez se cuenta con la ubicación de los sitios del proyecto y la correspondiente división en actividades y etapas, se identifican los posibles impactos que se pueden presentar en el medio abiótico, a partir del análisis de un grupo de expertos y de la ejecución de proyectos similares en el sector (Estudios de Impacto Ambiental para vías) que la consultoría tiene en este tipo de proyectos.

De esta manera se consideró que los principales elementos que se podrían afectar de forma significativa en el medio abiótico tienen y sus correspondientes barreras físicas (en orden predominante jerárquico) son las siguientes:

- Cuencas hidrográficas.
- Vaguadas de cauces importantes (Hidrología).
- Barreras Naturales o Artificiales relevantes.
- Suelo.
- Aire
- Centros poblados colindantes a la vía.
- Curvas de Nivel.
- Hidrogeología

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Criterios Bióticos

Dentro de los impactos significativos asociados a la construcción de vías, se destaca la afectación de las coberturas naturales asociadas a vegetación arbórea y arbustiva que se encuentra en los sitios de despeje para la nueva calzada.

Las actividades de despeje de vegetación durante la construcción, genera la afectación de los fragmentos de vegetación interrumpiendo su continuidad a través de la división en diferentes tamaños, el aumento en la distancia de los fragmentos y la generación del efecto de borde.

La espacialización tiene como marco de referencia los resultados del proyecto BDFFP:



- La distancia máxima de afectación es de 100m
- Fragmentos con áreas menores a 10 ha, presentan la mayor distancia de afectación
- Fragmentos con áreas mayores a 100 ha, presentan una distancia máxima de afectación de 30m.
- Esta distancia de afectación al interior del fragmento corresponde al valor que debe ser incluido como buffer para el cálculo de Área Core.
- En fragmentos sin áreas core la afectación se limita a la franja de despeje.

Criterios Socioeconómicos

- Desde el punto de vista socioeconómico, se determinaron los siguientes criterios:
 - Identificación de unidades territoriales a nivel de municipios, veredas y asentamientos humanos.
 - Áreas de uso social, económico que refieren las comunidades y/o sus organizaciones sociales
 - Identificación de las dinámicas socioeconómicas y de movilidad mediante el ejercicio de cartografía social
 - Existencia y verificación de grupos étnicos con base en la información secundaria y recorridos

Para este tramo en particular (Medellín – San Jerónimo), el área de influencia fue determinada según las condiciones físicas y bióticas predominantes según las consideraciones derivadas de los criterios indicados anteriormente, generando una zona identificada como adecuada para describir los impactos significativos que sucederán por la construcción del proyecto.

Para los aspectos socioeconómicos el área de Influencia tiene jurisdicción en un (1) departamento, una (1) Corporación Autónoma Regional y tres (3) municipios.

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

De otra parte, con el proceso de evaluación de impactos se determinan aquellas áreas donde se espera la ocurrencia de impactos significativos, asociados a las expectativas, desplazamiento involuntario de población y generación de conflictos, principalmente. Dichos impactos se manifestarán especialmente en los centros poblados y caseríos a lo largo del corredor, en tanto que en las zonas dispersas se espera un nivel de significancia menor.

El área de estudio pertenece a la vertiente occidental de la Cordillera Central, donde se encuentran desde rocas sedimentarias hasta ígneas y metamórficas de edades desde el Paleozoico hasta el Cretáceo superior.

Esta región se ubica en una zona de alta actividad tectónica, por interacción de las placas Nazca, Suramericana y Caribe, que han desarrollado tres grandes sistemas de fallas, uno de los cuales corresponde al sistema Cauca – Romeral que tiene alta influencia en el área de estudio; la traza más oriental de este sistema de fallas, es la Falla San Jerónimo, cruzada por el proyecto vial. Las unidades litológicas que afloran en el área de influencia se relacionan en la Tabla 10.

Sectorización Geológica: Para el tramo de la Unidad Funcional 3, en el K0+00 – K3+000 km. Cruce del túnel a través de Diorita de Altavista y para el K3+000 – K5+366, se presenta el contacto entre la Diorita de Altavista (Kida) y Esquistos cuarzo sericíticos (Pzes). El ZODME 1 está ubicado en rocas ígneas de la Diorita de Altavista (Kida), y se caracteriza por el desarrollo de suelos residuales (horizonte de meteorización VI, según Deerman, 1974-1991).

Para el tramo de la Unidad Funcional 1 (K00+000 – K17+800)

- K00+000 – K03+039. Granito néisico de palmitas. Abundantes cicatrices de deslizamientos y deslizamientos activos, asociados principalmente a la construcción de la actual vía Medellín – Santa Fe de Antioquia.
- K03+039 – K7+280. Franjas delgadas de dirección NS, conformadas por las unidades litológicas Esquistos Verdes – Gabros de Romeral– Esquistos Cuarzo sericíticos.
- K7+280 – K10+800. Complejo Quebradagrande, Miembro volcánico y Esquistos Cuarzo sericíticos.
- K10+800 – K16+330. Depósitos cuaternarios.
- K16+333 – K17+800. Formación Amagá y Complejo Quebradagrande. Límite de relieve de montañas estructurales y paisaje de piedemonte.

Geología Estructural: Fallas y pliegues que afectan el área de influencia: Falla San Jerónimo, Falla Silvia – Pijao, Falla de Uvito, Falla Aurrá, Falla Quirimará – La Clara, Sinclinal de Ebéjico.

En cuanto a la Geomorfología el área de estudio está conformada por dos unidades geomorfológicas: Montañas y Piedemonte, que conforman parte de la vertiente occidental

| | | |
|--|--|--|
| | <p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</p> <p align="center">CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p> | |
| | <p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p> | |
| | <p align="center">VERSIÓN 0.2</p> | |

de la Cordillera Central, entre el límite occidental del Valle de Aburrá y la cabecera municipal de San Jerónimo, la Tabla 11 presenta las unidades geomorfológicas que comprende el área de estudio.

Tabla 10 Unidades litológicas

| | | EDAD | | SÍMB | UNIDAD | DESCRIPCIÓN | |
|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---|--|--|
| EÓN | ERA | PERIODO | ÉPOCA | | | | |
| FANEROZOICO | CENOZOICO | CUATERNARIO | | Qll | Lleno antrópico | Depósitos de sobrantes de excavación resultantes principalmente de la anterior construcción del túnel de occidente y actual vía Medellín – Santa Fe de Antioquia. | |
| | | | | Qal | Depósitos Aluviales | Se encuentran en los valles de todos los ríos y algunas quebradas que por su morfología permiten acumulación de estos sedimentos. Predominan gravas gruesas con intercalaciones ocasionales de grava guijosa. | |
| | | | | Qcal | Depósitos coluvio aluviales | Depósitos producto de desprendimientos del terreno asociados a la influencia de drenajes ubicados en fuertes pendientes, en un relieve de montañas. Materiales sueltos de composición variable, de acuerdo al material parental; se observan tanto sobre rocas de la Diorita de Altavista como sobre los Esquistos cuarzo sericiticos. En el piedemonte se identifican como abanicos aluviales resultantes de flujos provenientes de las partes altas de la Cordillera. | |
| | | | | Qd | Depósitos de derrubio/depósitos de deslizamientos | Depósitos de ladera. Depósitos coluviales de espesores variables 5m o mayores. Cuando su material parental son esquistos y neises, pueden observarse con 80% de matriz areno gravosa, suelta, color gris medio; clastos (20%), diámetro promedio 1-7cm, angulares, composición de esquistos, moderada a altamente meteorizados, ejemplo Qd ubicado cerca a la salida del túnel. Cuando proviene de rocas ígneas de la Diorita de Altavista, se caracterizan por ser de gran espesor, con matriz 60%, textura arenosa, suelta a medianamente suelta, color pardo, clastos 40%, son bloques angulares de rocas meteorizadas, de composición ígnea y metamórfica. Espesores observados entre 20-30m. | |
| | | | | Plioceno | | | |
| | | | NEÓGENO | | Mioceno | Ngas Pgam Pgai Formación Amagá ¹ | Tos. Miembro superior. Areniscas bien cementadas, color crema arcillas pizarrosas gris verdosas y ocre. Localmente bancos delgados de conglomerados y carbón. Oligoceno tardía – Mioceno Temprano. Tom. Miembro Medio. Arcillas pizarrosas grises, areniscas claras y grises, localmente conglomeráticas, mantos de carbón hasta 2m de espesor. Oligoceno medio. Toi. Miembro Inferior. Conglomerados, areniscas conglomeráticas, areniscas crema y grises, arcillolitas arenosas, arcillolitas pizarrosas grises y gris verdosas. |
| | | | | | Oligoceno | | |
| | | | | Eoceno | | | |
| | | | | Paleoceno | | | |
| | | MESOZOICO | CRETÁCICO | Superior | Kdhh | Diorita hornbléndica | Grupo de cuerpos alargados que se extiende entre las Fallas de Uvitó y Romeral, en dirección N15W a N10E. La composición normal es una diorita cuarzosa de grano medio, textura granular, hipidiomórfica granular, ocasionalmente ofítica con cataclasis y dioritas hornbléndicas. |

¹ INGEOMINAS. Geología de la Plancha 130 Santa fe de Antioquia. Escala 1:100.000. 1983

| EÓN | ERA | EDAD | | SÍMB | UNIDAD | DESCRIPCIÓN | |
|-----------------------|------------|-------------------------|----------|----------|-------------------------------------|---|--|
| | | PERIODO | ÉPOCA | | | | |
| | | | Inferior | Kida | Diorita de Altavista | Cuerpo granítico intrusivo de composición diorítica según Travis (1965), o Monzodiorita según Streckeisen (1974), que aflora en la margen occidental del Valle del Río Medellín. Debido a su variedad petrográfica lo ubican como Plutón de Epizona, entre las rocas se encuentran desde porfíricas de matriz afaníticas y composición intermedia a dioritas, cuarzodioritas y granitos. La roca predominante es félsica, de color gris, cremas hasta verdes en las rocas porfíricas ² . | |
| | | | | KvQ G | Fm. Qebradagrande Miembro volcánico | Capas delgadas estratificadas formando bancos mayores de 2 metros de liditas, lodolitas, grauvacas, intercaladas ocasionalmente por bancos de tobas silicificadas y conglomerados finos, localmente es bastante rica en materia orgánica. | |
| | | JURÁSICO | | Jgr | Gabros de Romeral | Gabros de grano fino a pegmatíticos, asociados al sistema de fallas de Romeral. | |
| | | TRIÁSICO | | | | | |
| | PALEOZOICO | PÉRMICO | | | Pzes Pev | Grupo Ayurá Montebello | Rocas Metamórficas ³ Pes. Filitas, esquistos cuarzo sericíticos y esquistos aluminicos. Metamorfismo regional de grado bajo a medio. Pev. Esquistos verdes compuestos por alicita, epidota, clorita y actinolita. Metamorfismo regional de grado bajo a medio. |
| | | CARBONÍFERO DEVÓNICO | | | Pgnp | Granito néisico de Palmitas | Cuerpo alargado orientado N10W, presenta contacto fallado por el Oeste con delgadas franjas de esquistos cuarzo-sericíticos cataclásticos, por el Batolito Antioqueño encontrándose xenolitos del granito néisico en este. Tiene la apariencia de una roca de alto grado de metamorfismo, facies granulita, debido a la alteración superficial de gran parte de los componentes. La estructura néisica es desarrollada gracias a metamorfismo dinamotérmico a partir de una roca granítica. Millward y Verdugo (1981) dataron con Rb/Sr 420 ± 80 m. a. Cámbrico – Ordoviciano ⁴ . |
| SILÚRICO | | | | | | | |
| ORDOVÍCIO CÁMBRICO | | | | | | | |

Fuente: Consultoría Colombiana, 2016.

² GONZALEZ, Humberto y LONDOÑO, Ana Cristina. Catálogo de las Unidades Litoestratigráficas de Colombia. Diorita de Altavista (Stock de Altavista) (K1da). Cordillera Central. Departamento Antioquia. Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero – Ambiental y Nuclear, INGEOMINAS. 2002.

³ INGEOMINAS. Geología de la Plancha 130. Santa Fe de Antioquia. Escala 1:100.000. 1983 (versión digital 2009).

⁴ AREA METROPOLITANA – Consorcio Microzonificación 2006. Microzonificación Sísmica detallada de los Municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Sabaneta, La Estrella, Caldas y Envigado.

Tabla 11 Unidades Geomorfológicas

| Z. Geost. | Prov. Geom | Reg. Geom. | Unidad geomorfológica | Subunidad geom. | Litología dominante | Componente geomorfológico | Morfografía | Morfoodinámica | Símb. | | |
|----------------------------------|------------|------------|--------------------------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|-------------|
| Cordillera Cordillera Central | Denudativa | Montañas | Denudativas (D) | Filas y Vigas | Rocas ígneas intrusivas y granitos néisicos, masivos, drenaje subdendrítico, medianamente denso; desarrollan suelos residuales profundos | Laderas (l) | Relieve de laderas largas a muy largas, irregulares a escalonadas, cimas redondeadas; drenajes profundos, con predominio de pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%). | Se caracteriza por abundantes depósitos de ladera, cicatrices de antiguos deslizamientos y deslizamientos activos. | DI | | |
| | | | | | | Valles estrechos aluviales y/o coluvio aluviales (ve) | Relieve de formas alargadas y angostas, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%). | - | Dve | | |
| | | | | | | Coluvio de remoción (cr) | Depósitos de ladera de dimensiones variables, ubicados en las vertientes; formas irregulares y pendientes entre fuertemente inclinadas (12-25%) y fuertemente escarpadas (75-100%). | - | Der | | |
| | | | | | | | Materiales resultantes de sobrantes de excavaciones de la construcción de la vía actual Medellín – Santa Fe de Antioquia. Composición heterométrica y dimensiones variables, | Lleno antrópico (II) | Dispuestos a media ladera, en terrenos de fuertes pendientes (25-50% hasta >75%). | Algunos han evidenciado movimientos e inestabilidad geotécnica, y han requerido intervención e implementación de obras de control y estabilidad | DII |
| | | | Denudativas estructurales (DS) | Filas y Vigas | Rocas de bajo y medio grado de metamorfismo, caracterizada por esquistos cuarzo sericíticas, esquistos verdes y misceláneo rocoso que comprende además rocas intrusivas máficas tipo gabros y granitos néisicos | Laderas (l) | Laderas muy largas y rectas, patrón de drenaje subparalelo, cimas angostas, subangulares, | Morfodinámica alta. Alta susceptibilidad a caída de rocas, con presencia de abundantes cicatrices de deslizamientos y deslizamientos activos. | Dsl | | |
| | | | | | | Valles estrechos aluviales y/o coluvio aluviales (ve) | Relieve de formas alargadas y angostas, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%). | - | Dsve | | |
| | | | | | | Coluvio de remoción (cr) | Depósitos de ladera de dimensiones variables, ubicados en las vertientes; formas irregulares y pendientes entre fuertemente inclinadas (12-25%) y fuertemente escarpadas (75-100%). | - | DScr | | |
| | | | | | | | Materiales resultantes de sobrantes de excavaciones de la construcción de la vía actual Medellín – Santa Fe de Antioquia. Composición heterométrica y dimensiones variables, | Lleno antrópico (II) | Dispuestos a media ladera, en terrenos de fuertes pendientes (25-50% hasta >75%). | Algunos han evidenciado movimientos e inestabilidad geotécnica, y han requerido intervención e implementación de obras de control y estabilidad | DSII |

| Z. Geost. | Prov. Geom | Reg. Geom. | Unidad geomorfológica | | Subunidad geom. | Litología dominante | Componente geomorfológico | Morfografía | Morfodinámica | Símb. |
|----------------------------------|--------------|------------|--------------------------------|---------------------|--|---|--|--|---------------|-------------|
| | | | Estructurales denudativas (SD) | Espinazo | Esquistos cuarzo sericíticos, esquistos verdes, y rocas volcánico sedimentarias, estratificadas de liditas, lodolitas, grauvacas, tobas silicificadas y conglomerados. | Coluvio de remoción (cr) | Depósito de ladera de dimensiones variables, longitud aproximada 450m, ancho 290m, ubicados sobre vertiente de esquistos cuarzo sericíticos, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%). | | | SDcr |
| | | | | | | Ladera estructural (le) | Relieve de laderas largas y rectas, con predominio de pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) a fuertemente escarpadas (75-100%) | Morfodinámica alta, susceptible a deslizamientos planares. Con abundantes deslizamientos activos, afectados por cárcavamiento y erosión en surcos. | SDle | |
| | | | | | | Valles estrechos aluviales y/o coluvio aluviales (ve) | Relieve de formas alargadas y angostas, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%). | - | SDve | |
| Cordillera Cordillera Central | Deposicional | Piedemonte | Denudativa estructural (DS) | Lomas y colinas | Rocas sedimentarias clásticas Conformadas por areniscas bien cementadas, areniscas conglomeráticas, arcillas pizarrosas. | Lomerío (lo) | Relieve de lomas y colinas asociado a rocas sedimentarias de la formación Amagá; altura media 40-50m, cimas subangulares, medianamente angostas, pendientes fuertemente inclinadas (12-25%). | Áreas afectadas principalmente por sobrepastoreo grado moderado alto; susceptible a erosión en surcos y cárcavas | | DSlo |
| | | | Aluvial diluvial (FA) | Abanicos aluviales | Sedimentos no consolidados provenientes del piedemonte de la cordillera Central | Cuerpo y base de abanico aluvial (aa) | Poco disectado, de pendientes planas a ligeramente planas (0-3%). | Morfodinámica baja. | FAaa | |
| | | | Coluvial (C) | Coluvio de remoción | Sedimentos no consolidados provenientes del piedemonte de la cordillera Central | Abanico terraza (at) | Poco disectado, de pendientes moderadas a fuertemente inclinadas (7-25%). | Morfodinámica baja. | FAat | |
| | | | Aluvial (F) | Valle aluvial | Depósitos aluviales no consolidados | Cono coluvial (cc) | Depósitos de ladera de dimensiones variables, pendientes fuertemente inclinadas (12-25%). | Morfodinámica baja. | Ccc | |
| | | | | | | Valle estrecho aluvial (ve) | Relieve de formas alargadas y angostas, con pendientes planas a ligeramente planas (0-3%) y en menor proporción fuertemente inclinadas (12-25%). | | Fve | |

Para la determinación de las unidades de paisaje local se tuvieron en cuenta las unidades fisiográficas de paisaje y subpaisaje junto con los diferentes usos actuales del suelo. Con el procesamiento de dicha información se identificaron 34 unidades de paisaje las cuales se relacionan en la Tabla 12, de la cual se destacan las unidades A5-Conservación con un porcentaje de cobertura del 15,88. En segundo lugar se encuentra la unidad A1-Ganadería con un valor de 13,70%, a estos le sigue la unidad de paisaje A1-Conservación con un porcentaje del 7,78%.

Tabla 12 Unidades de Paisaje Natural

| Provincia Fisiográfica | Unidad Climática | Gran Paisaje | Paisaje y Litología | Unidad de Paisaje | Área (Ha) | Área (%) |
|---|---|--|---|-------------------|-----------------|-------------|
| Cordillera Central Vertiente Occidental | Frío húmedo a muy húmedo | Relieve Montañoso Fluvio-gravitacional | Crestas ramificadas en esquistos y neis con capas de ceniza volcánica | A1-Agrícola | 4,42 | 0,08% |
| | | | | A1-Agroforestal | 192,59 | 3,60% |
| | | | | A1-Conservación | 416,95 | 7,78% |
| | | | | A1-Forestal | 38,89 | 0,73% |
| | | | | A1-Ganadería | 733,80 | 13,70% |
| | Templado húmedo a muy húmedo | | Crestas ramificadas en esquistos | A4-Agrícola | 1,07 | 0,02% |
| | | | | A4-Agroforestal | 353,21 | 6,59% |
| | | | | A4-Conservación | 168,46 | 3,15% |
| | | | | A4-Ganadería | 249,07 | 4,65% |
| | Templado Seco | | Crestas ramificadas en esquistos con capas discontinuas de ceniza volcánica | A5-Agrícola | 13,31 | 0,25% |
| | | A5-Agroforestal | | 247,95 | 4,63% | |
| | | A5-Conservación | | 850,76 | 15,88% | |
| | | A5-Forestal | | 77,75 | 1,45% | |
| | | Glacis y coluvios de remoción | A6-Agroforestal | 35,24 | 0,66% | |
| | | | A6-Conservación | 150,79 | 2,82% | |
| | | | A6-Ganadería | 254,87 | 4,76% | |
| | | | Cálido seco | Colinas | B1-Conservación | 7,95 |
| | B1-Ganadería | 2,92 | | | 0,05% | |
| | Abanicos de terraza en sedimentos aluviales | B2-Agroforestal | | 24,77 | 0,46% | |
| | | B2-Conservación | | 269,83 | 5,04% | |
| | | B2-Forestal | | 1,53 | 0,03% | |
| B2-Ganadería | | 327,22 | | 6,11% | | |
| Cuerpos de agua | | | | CA-Conservación | 18,02 | 0,34% |
| Zonas urbanas | | | | ZU | 497,52 | 9,29% |
| Total | | | | | 5.356,19 | 100% |

La calidad visual del paisaje se determinó con base a la metodología de Bureau of Land

Management, la cual consiste en darle una ponderación a los elementos del paisaje como morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuación humana, para finalmente obtener una puntuación e incluirla dentro de la escala de calidad visual, donde se determina si el paisaje tiene alta (Clase A), media (Clase B) o baja (Clase C) calidad visual. En la Tabla 13 se muestra la distribución espacial de las unidades de paisaje natural y urbano junto con la clase correspondiente a calidad visual.

Tabla 13 Distribución Espacial de la Calidad Visual

| Tipo de paisaje | Calidad visual | Unidad de Paisaje | Área (Ha) | Área (%) |
|-----------------|----------------|-------------------|-----------------|------------|
| Natural y rural | Clase A | A1-Agrícola | 4,42 | 0,08 |
| | | A1-Agroforestal | 192,59 | 3,60 |
| | | A1-Conservación | 416,95 | 7,78 |
| | | A1-Forestal | 38,88 | 0,73 |
| | | A4-Agrícola | 1,07 | 0,02 |
| | | A4-Conservación | 168,46 | 3,15 |
| | | A4-Agroforestal | 353,21 | 6,59 |
| | | A4-Ganadería | 249,07 | 4,65 |
| | | A5-Conservación | 850,76 | 15,88 |
| | | A5-Agroforestal | 247,95 | 4,63 |
| | | A5-Forestal | 77,75 | 1,45 |
| | | A6-Conservación | 150,79 | 2,82 |
| | | A6-Agroforestal | 35,24 | 0,66 |
| | | B1-Conservación | 7,95 | 0,15 |
| | | B1-Ganadería | 2,92 | 0,05 |
| | | B2-Agroforestal | 24,77 | 0,46 |
| | | B2-Conservación | 269,83 | 5,04 |
| | | B2-Forestal | 1,53 | 0,03 |
| | | CA-Conservación | 18,02 | 0,34 |
| | Urbano | Clase B | A1-Ganadería | 733,80 |
| A5-Agrícola | | | 13,31 | 0,25 |
| A5-Ganadería | | | 417,31 | 7,79 |
| A6-Ganadería | | | 254,87 | 4,76 |
| B2-Ganadería | | | 327,22 | 6,11 |
| Total | | | 5.356,19 | 100 |

La visibilidad se determinó a partir de aplicaciones de SIG la visibilidad del proyecto con relación a las áreas circundantes a este, identificando 4 categorías de visibilidad; no visible, visibilidad baja, visibilidad media y visibilidad alta.

Percepción de la Comunidad como Referente de su Entorno Físico: se entrevistaron a diferentes personas pertenecientes a las comunidades del área de influencia del proyecto, las cuales resaltaban la importancia de los cuerpos de agua dentro del paisaje y de las zonas boscosas. También expresaron su preocupación por el aumento demográfico en la región y la manera en que esto pueda impactar de forma negativa al paisaje.

Para la identificación de los tipos de suelos dentro del área de influencia se identificó una sola provincia fisiográfica, la cual hace referencia a la Cordillera Central Vertiente Occidental. Dentro de esta provincia fisiográfica se evidenció la presencia de 4 unidades climáticas referentes a frío húmedo, templado húmedo, templado seco y cálido seco. Se identificaron dos grandes paisajes, el primero de ellos es el Relieve Montañoso Fluvio-gravitacional, dentro del cual están ubicados los paisajes con crestas ramificadas, principalmente en esquistos y cuarzodioritas con capas de ceniza volcánica; también se identificó la presencia de glaciares y coluvios de remoción como material parental. Dentro de este mismo gran paisaje se identificaron los subpaisajes referentes a laderas y superficies con diferentes fases de erosión y pendiente, pertenecientes a las asociaciones Tequendamita, yarumal, Zulaibar, Ituango, Peñitas y Tuntuna. El segundo de los grandes paisajes identificados es el Valle Aluvial Intramontano de los Ríos Cauca y Aurrá, dentro de los cuales se pueden apreciar paisajes referentes a colinas, abanicos de terraza y valles aluviales, cuya litología corresponde a rocas ígneas, metamórficas y sedimentos aluviales. Como subpaisajes se identificaron colinas, superficies y planos de inundación, pertenecientes a las asociaciones de Santafé, Sopetrán y Olaya. En la Tabla 14 se muestran las fases dentro de las diferentes asociaciones identificadas en el área de estudio del proyecto.

Tabla 14 Asociaciones y Fases dentro del Área de Estudio

| Fase/Símbolo | UNIDAD CARTOGRAFICA DE SUELOS | | |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|----|
| | Nombre | Componente Taxonomico | % |
| A1.1 | Asociación Tequendamita | Typic Hapludands | 35 |
| | | Typic Fulvudands | 25 |
| A1.2 | | Hydric Fulvudands Andic | 20 |
| | | Dystrudepts Typic | 5 |
| | | Placudands Typic | 5 |
| | | Dystrudepts Thaptic | 5 |
| A1.3 | | Hapludands | 5 |

| Fase/Símbolo | UNIDAD CARTOGRAFICA DE SUELOS | | |
|--------------|-------------------------------|--|---|
| | Nombre | Componente Taxonomico | % |
| A4.1 | Asociación Ituango | Typic Eutrudepts 35 Typic Dystrudepts 30 Oxic Dystrudepts Acrudoxic 20 Kandiodults Humic 5 Eutrudepts Humic 5 Dystrudepts 5 | |
| A5.1 | Asociación Peñitas | Typic Hapludands Humic 50 | |
| A5.2 | | Dystrudepts Typic 20 Dystrudepts Hydric 20 Hapludands 10 | |
| A6.2 | Asociación Tuntuna | Typic Haplustepts Typic 50 Haplustolls Typic 40 Dystrustepts 10 | |
| B1.1 | Asociación Santafé | Typic Haplustepts Lithic 40 | |
| B2.4 | | Ustorthents Typic 20 | |
| B2.6 | | Ustorthents Oxic 20 | |
| | | Haplustepts Lithic 10 | |
| | | Haplustepts 10 | |

Para la capacidad de uso del suelo en el área de influencia del proyecto se identificaron 3 clases agrológicas con sus respectivas subclases. La clase agrológica 4 corresponde a tierras arables con restricciones en la selección de cultivos e implementación de prácticas intensivas de conservación de suelos. La clase agrológica 6 hace referencia a tierras con capacidad para ganadería con praderas mejoradas y cultivos permanentes y/o reforestación. Por último, la clase agrológica 7, a la cual pertenecen tierras con capacidad forestal con posibilidad de uso sostenible del bosque.

Se identificaron 3 vocaciones de uso de suelo dentro del área de influencia del proyecto que corresponden a conservación, principalmente relacionada a los cuerpos de agua; agrícola, que corresponde a la diversidad de cultivos de tipo semipermanente y transitorio de manera intensiva o semintensiva; y forestal, con usos de producción y de protección-producción (Tabla 15).



| | | |
|--|---|--|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  Devimar SOMOS TU VÍA |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Tabla 15 Vocación de Uso del Suelo en el Área de influencia del Proyecto

| Vocación de uso | Tipo de Uso | Símbolo | Área (Ha) | Área (%) |
|-----------------|--|---------|-----------------|------------|
| Conservación | Recursos Hídricos | CRH | 18,02 | 0,34 |
| Agrícola | Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos | CSI | 122,72 | 2,29 |
| | Cultivos semipermanentes y permanentes semintensivos | CSS | 604,24 | 11,28 |
| | Cultivos transitorios semintensivos | CTS | 768,23 | 14,34 |
| Forestal | Protección-producción | FPP | 1.760,08 | 32,86 |
| | Producción | FPR | 2.082,89 | 38,89 |
| Total | | | 5.356,19 | 100 |

El uso actual del suelo del área de influencia esta determinado por 6 usos principales referentes a conservación, agrícola, agroforestal, forestal, ganadería y zonas urbanas. Dentro de conservación se identificaron los usos forestal protector, recuperación y recursos hídricos; en agrícola, cultivos transitorios, permanentes y semipermanentes semintensivos; forestal, con usos de producción y protección-producción; ganadería en forma de pastoreo extensivo e intensivo; agroforestal con sistemas agrosilvopastoriles y silvopastoriles; y finalmente, zonas urbanas. La distribución espacial de dichos usos se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16 Uso Actual del Suelo en el Área de influencia del Proyecto

| Uso Actual | Tipo de Uso | Símbolo | Área (Ha) | Área (%) |
|----------------------|---|---------|----------------|----------------|
| Agrícola | Cultivos semipermanentes y permanentes semiintensivos | CSS | 16,33 | 0,30% |
| | Cultivos transitorios semiintensivos | CTS | 2,47 | 0,05% |
| Agroforestal | Agrosilvopastoril | SAP | 813,17 | 15,18% |
| | Silvopastoril | SPA | 40,59 | 0,76% |
| Conservación | Forestal protectora | CFP | 1869,04 | 34,89% |
| | Recuperación | CRE | 1,05 | 0,02% |
| | Recursos hidricos | CRH | 18,02 | 0,34% |
| Forestal | Producción | FPR | 25,27 | 0,47% |
| | Protección producción | FPP | 92,90 | 1,73% |
| Ganadería | Pastoreo extensivo | PEX | 625,63 | 11,68% |
| | Pastoreo intensivo y semiintensivo | PSI | 1359,57 | 25,38% |
| Zonas Urbanas | Zonas Urbanas | ZU | 492,15 | 9,19% |
| Total general | | | 5356,19 | 100,00% |

Para la caracterización del uso reglamentado se tuvieron en cuenta los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios de San Jerónimo y Medellín, dentro de los cuales se identificaron los usos de Forestal Protector, Forestal Productor, Agroforestal, Agropecuario, Agrícola, Áreas mineras en transición, Mixto Urbano-rural, Reserva, Rural a urbano, Suburbano, Agropecuario, Protección, Agrícola y Mixto (Agrícola y pecuaria). Adicionalmente se identificaron los usos principales, compatibles, restringidos y prohibidos para cada uno de los usos anteriormente citados.



Se superpusieron las capas de vocación de uso y uso actual del suelo, ejercicio a partir del cual se lograron identificar los diferentes tipos de conflictos presentes en el área de estudio del proyecto (Tabla 17). Los conflictos de mas relevancia fueron los correspondientes a subutilización severa del suelo (31,46%), lo que hace notar que el suelo se encuentra en usos de menor intensidad con respecto a los usos que tiene por vocación, es decir, no se está aprovechando en la medida en que la oferta ambiental del suelo lo permite.

Tabla 17 Conflictos de Uso del Suelo en el Área de influencia del Proyecto

| Tipo de Uso | Símbolo | Área (Ha) | Área (%) |
|--|---------|----------------|----------------|
| Tierras sin conflicto o con uso adecuado | A | 461,26 | 8,61% |
| Sobreutilización ligera | O1 | 732,32 | 13,67% |
| Sobreutilización moderada | O2 | 401,25 | 7,49% |
| Sobreutilización severa | O3 | 996,41 | 18,60% |
| Subutilización ligera | S1 | 196,78 | 3,67% |
| Subutilización moderada | S2 | 390,70 | 7,29% |
| Subutilización severa | S3 | 1685,31 | 31,46% |
| No aplica | N/A | 492,15 | 9,19% |
| Total general | | 5356,19 | 100,00% |

La calidad del agua tiene como fin evaluar evaluar de la calidad del agua de los sistemas hídricos susceptibles de afectación por el proyecto, se realizó con el fin de establecer una línea base ambiental que permita evidenciar los cambios que se puedan presentar durante el desarrollo de las actividades de construcción y operación; se presenta la información recopilada por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente –CIMA, el cual se encuentra acreditado por el IDEAM para el desarrollo de esta actividad, mediante un análisis fisicoquímico, bacteriológico e hidrobiológico en el marco del estudio en diferentes puntos para las dos unidades funcionales (3 y 1). Por otro lado se presenta la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las corrientes hídricas para una temporalidad climatológica diferente a las medidas.

Se realizó la descripción de los principales usos identificados en la zona de estudio, posteriormente, se presenta el listado de usos del agua identificados durante el trabajo de campo en las corrientes que se interceptan con el trazado propuesto para el proyecto vial, se

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

destacan entre ellas el uso recreativo dadas las actividades de turismo que predominan en la zona y el uso para consumo por la existencia y construcción de condominios y casas de descanso; también la ganadería es una de las actividades productivas en el área del proyecto que hacen uso del agua, se incluye la ganadería a baja escala, actividad que se supe de acueductos veredales y corrientes superficiales. Para consumo humado las veredas del área de estudio tienen como principal fuente de abastecimiento las corrientes de la zona a través de acueductos veredales, usando el recurso principalmente en actividades domésticas; las bocatomas o estructuras de captación se ubican en las partes altas de las cuencas con el propósito de obtener más presión durante la conducción y distribución del agua. En el sector entre Túnel de Occidente y San Jerónimo se identificaron algunos puntos principales, adicionalmente en algunos sectores se suplen de pozos o aljibes, que abastecen de agua cuando los sistemas de acueducto presentan falla o intermitencia en el servicio.

Para el análisis climático de la zona de influencia del proyecto, se recopiló la información disponible en las estaciones operadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. En la se presenta el nombre, tipo, código de las estaciones estudiadas y sus características de localización y elevación. (Figura 5)

Además de la información meteorológica existente en IDEAM, se tuvo en cuenta la información disponible en los POTs y EOTs de los municipios del área de influencia del proyecto y los POMCAs de las cuencas interceptadas por el proyecto, entre ellas se incluyen el del río Aurrá, quebrada Seca o Clara.

Figura 5 Localización de las estaciones IDEAM con información histórica de variables climatológicas



Fuente: IDEAM, Consultoría Colombiana S.A, 2016.

Según la información, se pudo evidenciar que en la zona de estudio se presentan valores de temperatura similares; con un promedio de medias anuales que oscilan entre 21.2°C y 22.56°C, siendo los periodos de febrero - marzo y julio - agosto los más cálidos y entre los meses de octubre y diciembre lo más fríos, manteniéndose así con un promedio anual de 21.92°C.

Por otro lado; se debe desatacar que la presión promedio entre todas las estaciones fue de 836.81 mb. Finalmente todas las estaciones coinciden en registrar el menor valor de precipitación en el mes de enero con registros que oscilan entre los 30,70mm (estación Cañafisto) y los 115,30mm (estación Santa Helena), seguido por el mes de febrero con reportes entre los 48,40mm y 125,30mm, lo cual se asocia directamente con los registros de temperatura presentados previamente.

| | | |
|--|---|--|
| | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. | |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Según la clasificación climática para la unidad funcional 3 se identificó el tipo de clima como Frio-humedo desde la entrada del túnel (Medellín) hasta la salida (vía San Jerónimo), esto se debe principalmente a las características físicas de la zona, posteriormente para la unidad funcional 1 se tiene tres clasificaciones; la primera en templado – humedo, luego templado – seco y finalmente llega a calido - seco, una de las causas principales de este cambio y aumento se asocia al descenso del río Cauca.

Las fuentes de emisión identificadas en el área de influencia se debe a actividades industriales y comerciales asociadas a parqueaderos de vehículos, establecimientos de restaurantes y asaderos, estas actividades son predominantes generando impactos atmosféricos asociados a la calidad del aire. Por otro lado Debido a que en el corredor vial desde el túnel de Occidente y San Jerónimo se presentan diferentes actividades comerciales, se cuenta con la presencia continua de automotores, camiones, tracto mulas, buses de transporte público, motocicletas.



Con el fin de establecer las fuentes de emisión, se realizó un inventario de las fuentes de contaminación del aire y se programó una campaña de monitoreo de calidad del aire en las zonas que se consideraron de interés. Finalmente se puede concluir a partir de todo el análisis de monitoreo de calidad de aire que para la Unidad Funcional 3 y 1 durante los 18 días de muestreo en la zona estudiada, se estuvo muy por debajo de los estados excepcionales definidos en la norma de referencia, por tanto no es necesario considerar declarar ningún nivel de prevención, alerta o emergencia.

La contaminación generada por ruido se refiere a cualquier emisión de sonido que afecte adversamente la salud o seguridad de los seres humanos, la propiedad o el disfrute de la misma, se establece que ningún punto monitoreado en las unidades funcionales correspondientes, supera el límite o genera estado de emergencia; la presencia y aumento de este parámetro se debe básicamente al tránsito de vehículos de todo tipo por el corredor vial.

La caracterización hidrogeológica tiene como objetivos principales:

- Identificar los acuíferos de carácter regional, zonas de recarga y descarga, direcciones generales de flujo, tipo de acuífero.
- Evaluar el potencial hidrogeológico de las rocas y sedimentos presentes en el área de influencia para almacenar y transmitir agua
- Establecer la productividad de los acuíferos
- Identificar la posible afectación de los acuíferos a ser contaminados
- Describir el funcionamiento del sistema hidrogeológico de la zona de evaluación

Para la elaboración del componente hidrogeológico se realizaron actividades de recopilación, análisis y validación de información existente. Se utilizó información

| | | |
|--|---|---|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  SOMOS TU VÍA |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

adquirida en los aspectos de geología, geomorfología, e hidrología, y se realizaron tareas específicas que incluyen información en campo para el reconocimiento de la zona de evaluación, así como, el inventario de puntos de agua subterránea, el cual se realizó a partir de una visita a los sitios de torre para identificar posibles puntos de agua, en el caso de identificar algún sitio (Manantial, Pozo, Aljibe) se levantó la información utilizando el formato FUNIAS, adicionalmente se realizaron recorridos a lo largo de la línea para verificar la presencia de puntos de agua subterránea.

Para la elaboración de la cartografía hidrogeológica, caracterización de las unidades, y valoración del potencial hidrogeológico de las unidades geológicas se siguieron los lineamientos propuestos en los estándares internacionales, en este sentido se adopta la nomenclatura de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH) “Leyenda Internacional de los Mapas Hidrogeológicos” (UNESCO, 1983). La leyenda se basa en la asignación de categorías hidrogeológicas con base en el potencial de rocas y sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea, en función de la composición, permeabilidad y capacidad específica de cada unidad litológica evaluada.

En el área de influencia de las unidades funcionales 1 y 3 se encuentran depósitos edad Cuaternario y Complejos Ígneo-metamórficos con edades que van desde el Paleozoico hasta el Cretácico, y la Formación Amagá (miembro superior) unidad sedimentaria de edad Neógeno, de las unidades litológicas presentes se encuentran aflorando en mayor extensión las rocas asociadas a los complejos Ígneo-metamórficos. Estas rocas y sedimentos con diferentes propiedades litológicas, pueden conformar acuíferos por porosidad primaria (Depósitos de edad Cuaternario) y acuitardos con limitados recursos de agua subterránea (Complejos Ígneo-metamórficos).

Teniendo en cuenta las unidades litológicas identificadas en este estudio se realizó la correlación teniendo en cuenta su permeabilidad y capacidad específica promedio, e este sentido se presentan las unidades hidrogeológicas para el área de influencia de las unidades funcionales 1 y 3 Tabla 18.

Tabla 18 Unidades hidrogeológicas identificadas en el área de influencia

| Sistemas acuíferos presentes en el área de influencia indirecta | | |
|--|--|---------------------------|
| Sistema de Acuífero | Características de los Acuíferos | Unidades Hidrogeológicas |
| Sedimentos y rocas con flujo intergranular | | |
| Acuíferos de Mediana productividad, capacidad específica entre 1,0 y 2,0 l/s/m | Sistemas acuíferos continuos de extensión regional, conformados por sedimentos Cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial y aluvial, acuíferos de tipo libre y confinado con aguas recomendables para cualquier uso. | Depósitos aluviales (Qal) |
| Acuíferos de Baja productividad, | Sistemas de acuíferos discontinuos de extensión | Lleno antrópico (Qll) |



| Sistemas acuíferos presentes en el área de influencia indirecta | | |
|--|---|--|
| Sistema de Acuífero | Características de los Acuíferos | Unidades Hidrogeológicas |
| capacidad específica entre 0,05 y 1,0 l/s/m | semiregional a local, conformados por sedimentos Cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial, continental y litoral, son acuíferos de tipo libre a semiconfinado. Almacena aguas dulces que requieren tratamientos para algunos usos. | Depósitos Coluvioaluviales (Qcal) Depósitos de derrubio (Qd) |
| Sedimentos y rocas con limitados recursos de agua subterránea (basamento hidrogeológico) | | |
| Acuíferos con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor a 0,05 l/s/m, su comportamiento se correlaciona con un acuitardo | Complejo de rocas arcillolitas pizarrosas, lodolitas carbonosas y arenitas muy bien cementadas, del Neógeno, de ambientes fluvioacústres; se comportan como acuitardos. | Miembro Superior, Formación Amaga (Ngas) |
| Acuíferos con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor a 0,05 l/s/m, su comportamiento se correlaciona con un acuífugo | Complejo de rocas ígneas, metamórficas y volcánicas de edad Cretácica, Jurásica, Paleozoica y Proterozoica son rocas con limitados recursos hídricos, muy compactas y en ocasiones fracturadas; se comportan principalmente como acuífugos. | Diorita de Heliconia-diorita hornbléndica (Kdha-Kdhb) Diorita de Altavista (Kida) Formación Qebradagrande Miembro volcánico (KvQG) Gabros de Romeral (Jgr) Grupo Ayurá Montebello (Pzes-Pev) Granito néisico de Palmitas (Pgnp) |

En resumen el basamento hidrogeológico son las unidades que ocupan la mayor proporción de área, con un 83,8%, las unidades de sedimentos y flujos intergranular son el 16,4% del área.

Se propone una red de monitoreo (red de piezómetros), relacionada en el ANEXO D, Hidrogeología, Red de Monitoreo, con el fin de establecer un nivel de referencia y poder identificar la variabilidad de las condiciones de calidad y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.

Para determinar las zonas de recarga en el área de influencia se realizó el método Matus, 2007⁵, que se aplica con base en ponderaciones de 1 a 5 para los siguientes parámetros: Pendiente (Pend), Tipo de suelo (Ts), tipo de roca (Tr), cobertura vegetal permanente (Cve) y se evaluó el uso del suelo (Us); con base en estas ponderaciones se obtuvo el mapa de zonas de recarga potenciales para el área de influencia

⁵Matus, O. (2007). Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas. Costa Rica: CATIE.

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Como resultado final obtenemos una escala entre 0 y 1 con valores de posibilidad de recarga desde muy baja hasta muy alta, para las unidades funcionales 1 y 3 se evidencia que la totalidad del área corresponde a zonas de recarga baja y muy baja, dadas las características de suelos, uso del suelo, cobertura vegetal, tipo de suelo, pendiente y tipo de roca



En el área de influencia se utilizó la información del inventario de puntos de agua para generar las isopiezas, estos valores de isopiezas varían entre 1350 - 2550 m, presentando los valores de mayor profundidad hacia la parte norte del área, dicha profundidad representa el plano del nivel freático a nivel del subsuelo, la densidad de puntos de agua subterránea no evidenció la existencia de puntos de captación a acuíferos profundos, todas las captaciones se realizan sobre unidades acuíferas someras, estas isopiezas se incluyen en el modelo hidrogeológico conceptual.

Adicional a estas direcciones de flujo en el modelo hidrogeológico numérico se realiza una modelación de las direcciones de flujo en el macizo rocoso (mayor profundidad), direcciones de flujo regional, esta modelación se realizó teniendo en cuenta los rasgos estructurales descritos en las secciones estructurales obtenidas de la galería piloto descritas anteriormente, estas direcciones de flujo en el macizo rocoso se presentan en la sección del modelo hidrogeológico numérico y provienen de zonas de recarga al Oriente de la zona de influencia.

A partir de tres (3) puntos hidrogeológicos presentes en las diferentes unidades hidrogeológicas de la unidad funcional 3, se estimaron características físico químicas, como temperatura, pH, conductividad, Oxígeno, acidez, alcalinidad, dureza cálcica, DBO – DQO, turbiedad, color verdadero, coliformes, etc. Permitiendo concluir que según el decreto 1594 de 1948 de Ministerio de Salud la calidad del agua es muy buena.

Se realizó un estudio Geofísico – Geoeléctrico en el área de influencia, se realizaron cinco tomografías geoeléctricas, dos en cada portal y una paralela a la línea del túnel en la parte alta; algunas de estas zonas presentaron características topográficas complejas para llevar a cabo la realización de los estudios geoeléctricos de superficie, sin embargo se realizó la adquisición de las cinco tomografías satisfactoriamente.

Se realizó un modelo matemático de flujo de aguas subterráneas, este fue generado a partir de los datos estructurales obtenidos de la galería piloto (túnel existente) los cuales fueron el insumo para generar las direcciones de flujo preferente del macizo rocoso, también se dispuso de los datos del inventario de puntos de agua subterránea, prospección geofísica y geotécnica y unas perforaciones auxiliares realizadas, este modelo se relaciona en el ANEXO D, hidrogeología, modelo numérico.

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

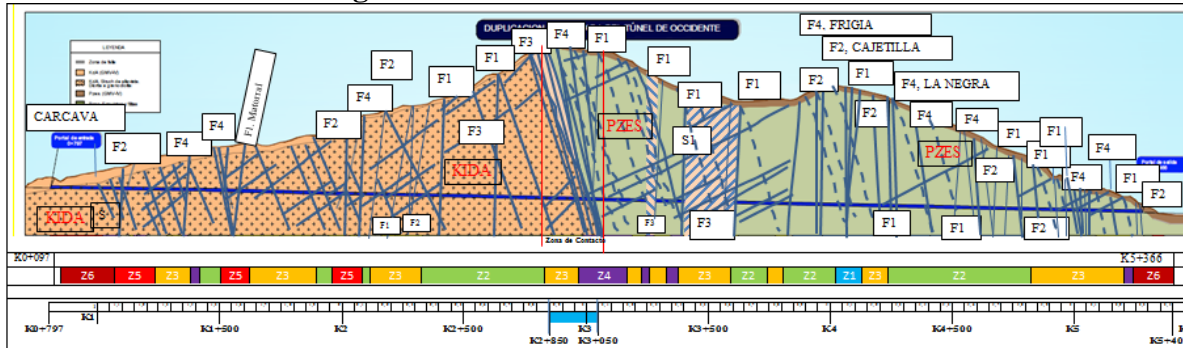
Se realizó un análisis de riesgo a la contaminación del Acuífero por obras planteadas teniendo como punto de partida el análisis de vulnerabilidad de GOD, este análisis sugiere que el 97% del área tiene una vulnerabilidad baja (20%) y despreciable (78%), el 2% restante corresponde a un nivel de vulnerabilidad moderado.

Finalmente se realizó un análisis de riesgo de contaminación de las unidades hidrogeológicas, en este se utilizó el análisis de vulnerabilidad y se definieron unos incidentes (factor de peligrosidad y factor de contacto), para obtener el resultado del riesgo, para las unidades funcionales 1 y 3, el resultado es bajo a muy bajo, en este orden de ideas, el porcentaje de área con un riesgo muy bajo es del 99,7%, y el 0.3% restante corresponde a un nivel de riesgo bajo.

La zonificación geotécnica para el tramo túnel (Unidad Funcional 3) se realizó con la siguiente sectorización (Figura 6):

- Sector 1: K0+797 (Portal de Entrada) – K2+500
- Sector 2: K2+500 – K3+700 (Zona de contacto entre formaciones).
- Sector 3: K3+700 – K5+366 (Portal de Salida).
- Como resultado de la Zonificación Geotécnica del Túnel, de la unidad Funcional 3 (UF3), se observa que el Túnel se ha dividido en seis zonas (Z1 a Z6), en donde la zona 1, es aquella en que el terreno posee unas muy buenas o excelentes condiciones geotécnicas, y la zona Z6, en donde el terreno posee unas condiciones extremadamente malas, que requieren la construcción de obras especiales de protección y control geotécnico, como el caso de los dos portales.
- De la misma manera, se evidencia la presencia de fallas (Matorral, Frigia, Cajetilla y La Negra), y bastantes fracturas a lo largo del Túnel, que deberán ser tenidas en cuenta para el control geotécnico del túnel.
- Otro sitio del túnel que requiere especial atención geotécnica es la zona de unión de las dos formaciones, que se ubica en la zona 4, (condición geotécnica del terreno mala).

Figura 6 Zonificación Geotécnica Túnel



| CONVENCIONES | | | |
|--------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| FALLAS Y FRACTURAS | RUMBO | UBICACIÓN | BUZAMIENTO |
| F1 | Norte - Sur | Segadas al eje del Túnel | Subvertical |
| F2 | Este -Oeste | Segadas al eje del Túnel | Subvertical |
| F3 | Nor Este - Sud Oeste | Al hilo del eje del Túnel | Subvertical |
| F4 | Nor Oeste - Sud Este | Perpendiculares al eje del Túnel. | Buzamiento Subvertical |
| FA | Bajo Buzamiento | F2 a F4 | 30-45º Contra Buzamiento >PP.KK |
| S1 | Foliación Vertical | F2/F3 | 40-65º Con Buzamiento >PP.KK |

| Zona Geotécnica | Calidad Geotécnica del Terreno |
|-----------------|--------------------------------|
| Z6 | Extremadamente Mala |
| Z5 | Muy mala |
| Z4 | Mala |
| Z3 | regular |
| Z2 | Buena |
| Z1 | Muy buena o excelente |

Fuente: CONCESION MAR 1 - DEVIMAR. Estudios y Diseños Definitivos Fase III de la Unidad Funcional 3, Contrato 014 de 2015 Suscrito entre la ANI y la Concesionaria Desarrollo Vial al Mar S.A.S 2016. - Geología Final - Volumen III - Geología para Ingeniería Numeral 7.3 Caracterización Geotécnica. Adaptado por Consultoría Colombiana S.A., 2016

La zonificación geotécnica para el área de influencia indirecta de la UF 1 consistió en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes e intensidad de erosión. Esta metodología incorpora dos factores detonantes, precipitación y amenaza sísmica. En la Figura 7 se muestra el resultado de esta zonificación geotécnica y la Tabla 19 las características de las unidades geotécnicas resultantes.

Figura 7 Mapa de zonificación geotécnica

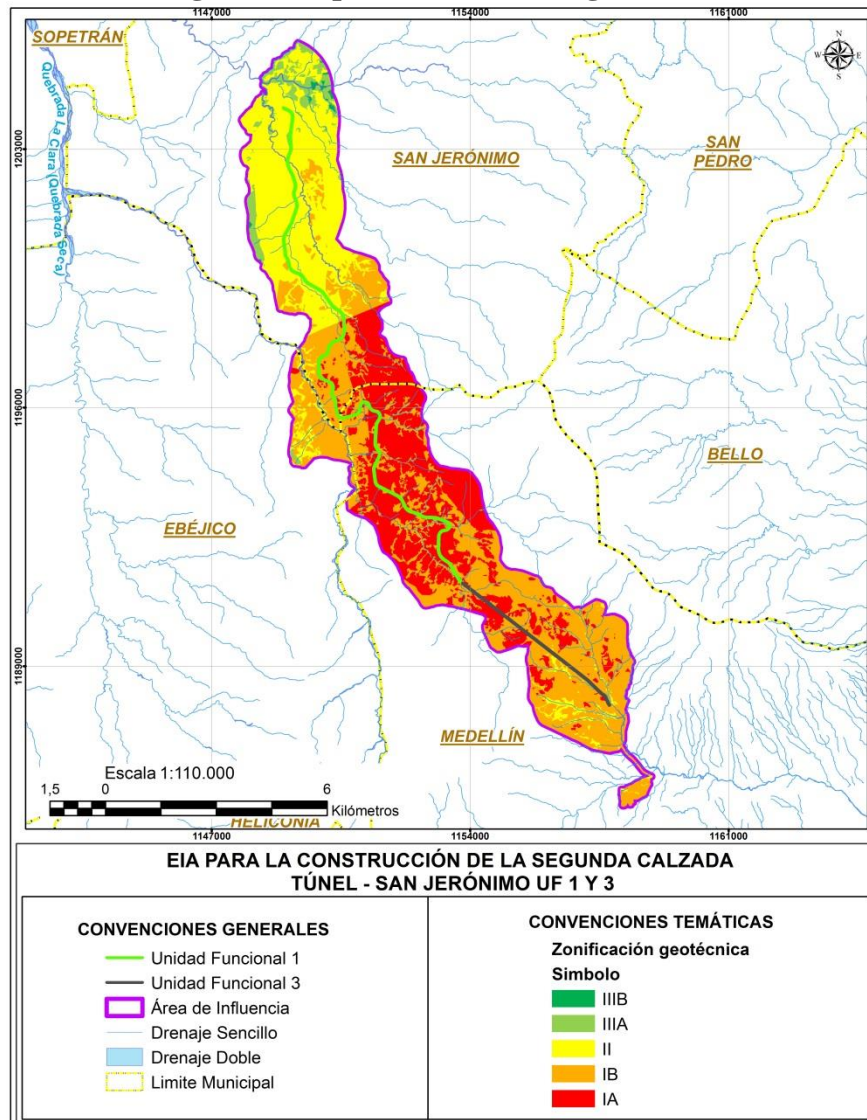


Tabla 19 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica



| Símbolo | Amenaza Relativa | Estabilidad geotécnica | Descripción | Área (ha) |
|---------|------------------|------------------------|---|-----------|
| III B | Muy Baja | Muy Alta | Se caracteriza por predominio de depósitos coluvio aluviales, pendientes ligeramente planas a ligeramente inclinadas. | 13,15 |
| III A | Baja | Alta | En esta categoría predominan rocas volcánicas del Complejo Quebradagrande (KvQG), en menor proporción depósitos coluvio aluviales (Qcal) y Diorita de Altavista (Kida). Las unidades geomorfológicas que predominan son laderas | 181,55 |

| Símbolo | Amenaza Relativa | Estabilidad geotécnica | Descripción | Área (ha) |
|---------|------------------|------------------------|--|-----------|
| | | | <p>estructurales en montañas estructurales denudativas, y en menor proporción lomas y colinas en piedemonte, laderas en montañas denudativas y abanicos aluviales.</p> <p>La cobertura dominante es de Bosque de galería con predominio de árboles y en menor proporción Vegetación secundaria alta.</p> <p>Predomina alta susceptibilidad por densidad de drenaje; los rangos de pendientes que predominan son fuertemente inclinada (12-25%), ligeramente escarpadas o ligeramente empinadas, 25-50%, le sigue Moderadamente escarpada o moderadamente empinada (50-75%).</p> | |
| II | Moderada | Moderada | <p>En esta categoría predominan rocas volcánicas del Complejo Quebradagrande, en menor proporción depósitos coluvio aluviales y Diorita de Altavista. Las unidades geomorfológicas que predominan son laderas estructurales en montañas estructurales denudativas y en menor proporción laderas en Montañas denudativas, laderas en Montañas denudativas estructurales, abanicos aluviales y lomas y colinas en piedemonte..</p> <p>En cuanto a las coberturas dominantes son Bosque de galería con predominio de árboles y en menor proporción Vegetación secundaria alta. Predomina alta susceptibilidad a FRM por densidad de drenaje; los rangos de pendientes que predominan son Ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50%), fuertemente inclinada (12-25%) Moderadamente escarpada o moderadamente empinada (50-75%).</p> | 1.491,39 |
| IB | Alta | Baja | <p>En esta categoría predominan Esquistos cuarzo sericíticos, rocas volcánicas del Complejo Quebradagrande, Diorita de Altavista y Granito néisico de Palmitas. Las unidades geomorfológicas que predominan son laderas en montañas denudativas estructurales y laderas estructurales en montañas estructurales denudativas.</p> <p>En cuanto a las coberturas dominantes son pastos limpios y Bosque de galería con predominio de árboles.</p> <p>Los rangos de pendientes que predominan son ligeramente escarpadas o ligeramente empinadas (25-50%), fuertemente inclinada (12-25%) y Moderadamente escarpada o moderadamente empinada (50-75%).</p> | 2.231,53 |

| Símbolo | Amenaza Relativa | Estabilidad geotécnica | Descripción | Área (ha) |
|---------|------------------|------------------------|---|-----------|
| | | | <p>En esta categoría, se ubica una zona actualmente inestable en el sector El Galpón, que corresponde a un lleno antrópico ubicado en el costado NE del K00+200 al K00+470 de la vía actual, en la ladera coluvio aluvial de la Quebrada La Negra, que actualmente, genera problemas de inestabilidad a la calzada existente, con acuíferos de mediana productividad, de susceptibilidad muy alta por cobertura de la tierra en pastos limpios, moderada por densidad de drenajes, baja por presencia de fallas, alta por pendientes, alta por morfodinámica (deslizamiento activo).</p> | |
| IA | Muy Alta | Muy Baja | <p>Las áreas de muy alta amenaza geotécnica se concentran en alrededores del tramo de vía K02+691 – K07+277.</p> <p>En esta categoría predomina rocas de Gabros de Romeral, Granito néisico de Palmitas, Esquistos Cuarzo sericíticos. Las unidades geomorfológicas que predominan son laderas en Montañas denudativas estructurales, laderas en Montañas denudativas y laderas estructurales.</p> <p>En cuanto a las coberturas dominantes son Pastos limpios, le siguen Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y Mosaico de pastos y cultivos.</p> <p>Predomina alta susceptibilidad a FRM por densidad de drenaje; los rangos de pendientes que predominan son Ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50%), le sigue Moderadamente escarpada o moderadamente empinada (50-75%) y Fuertemente inclinada (12-25%).</p> | 1.438,57 |

Las amenazas naturales que se tuvieron en cuenta para el estudio son las siguientes:

1. Amenaza sísmica, en su evaluación se tuvieron en cuenta aspectos técnicos considerados en el Mapa Nacional de Amenaza Sísmica.
2. Amenaza por licuación, se analizó la información primaria y secundaria del proyecto y se definieron las unidades geológicas susceptibles (unidades cuaternarias recientes) a este tipo de amenaza, teniendo en cuenta los factores siguientes: Características litológicas, Características geomorfológicas, y la Amenaza sísmica como el factor detonante.
3. Amenaza por procesos de remoción en masa, se realizó un estudio semi cuantitativo para la elaboración del mapa de amenaza por dicho proceso, el cual tuvo en cuenta los factores siguientes:

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

- Características litológicas
- Características hidrogeológicas
- Características geomorfológicas
- Uso del suelo actual
- Densidad de drenajes
- Densidad de fallas geológicas (control estructural)
- Pendiente topográfica del terreno
- Variación de la precipitación (factor detonante)
- Amenaza sísmica (factor detonante)

Los resultados de amenaza por procesos de remoción en masa corresponden a la zonificación geotécnica.

4. Amenazas por avenidas torrenciales, se realizó la caracterización de cauces de agua que por sus características topográficas, geológicas, geomorfológicas e hidráulicas, ante factores detonantes como lluvias y sismos pueden desencadenar dichos procesos.

- Características litológicas
- Cobertura del suelo
- Densidad de fallas geológicas (control estructural)
- Pendiente del terreno
- Variación de la precipitación (factor detonante)
- Amenaza sísmica (factor detonante)



5. Amenaza por inundación se realizó la evaluación de las áreas susceptibles de afectación por este proceso, dando atención especial a cauces de corrientes principales y áreas aledañas bajas, se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones:

- Características geomorfológicas de paisaje susceptibles a este proceso
- Características geomorfológicas de relieve susceptibles a este proceso
- Variación de la precipitación (factor detonante)

6. Amenaza volcánica, en el departamento de Antioquia, la influencia volcánica es de muy bajo grado. Los focos volcánicos más cercanos al AII del proyecto se encuentran muy distantes y no tienen influencia.

7. Amenaza por tsunamis, debido a la ubicación del área de influencia indirecta y su altitud respecto a las zonas costeras más cercanas, la amenaza por este proceso en el área de estudio no aplica.

El área de influencia del EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3, está ubicada sobre tres grandes biomas, como son, Orobionia bajo de los Andes, Orobionia medio de los Andes y Helobionia del Magdalena y del Caribe.

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

En estos tres biomas se encuentran 38 ecosistemas dentro del área de influencia, de los cuales 20 ecosistemas están dentro del área de afectación; 8 en el Orobioma bajo de los Andes, 11 en el Orobioma medio de los Andes y uno (1) en el Helobioma del Magdalena y del Caribe. De los cuales, los ecosistemas naturales concentran el 17,38% del total del área de afectación y el 82,62% para ecosistemas transformados.

Se relacionan tres ecosistemas; Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes, Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes y Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes los cuales no se encuentran dentro del área de afectación pero si tienen presencia en el área de influencia, por tanto para realizar la caracterización se tomó información de las parcelas establecidas para estos ecosistemas de la Unidad funcional 2.1

Estos ecosistemas fueron analizados desde el punto de vista florístico y estructural, permitiendo conocer la composición de las especies, la estructura biológica, los rasgos físicos y su relación con el número de individuos, generando características particulares de los ecosistemas, mediante el análisis de la estructura horizontal y vertical.

Para realizar estos análisis se establecieron 49 parcelas de muestreo de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho), para los ecosistemas presentes en el área de afectación; distribuidas en los ecosistemas de Bosque de galería del Orobiomas bajos de los Andes con (11) parcelas, Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes (7) parcelas, Bosque de galería del Orobiomas medios de los Andes (10) parcelas, Vegetación secundaria alta del Orobiomas medios de los Andes (6) parcelas y Vegetación secundaria baja del Orobiomas medios de los Andes (3) parcelas.

Para los ecosistemas presentes en el área de influencia pero que no se cruzan dentro del área de afectación se establecieron 5 parcelas para Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes, Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes con 4 parcelas y Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes con 3 parcelas para un total de 12 parcelas.

El análisis de la información, a partir de la abundancia de individuos por especie, permitió establecer que los ecosistemas identificados en el AIB del proyecto presentan una alta variabilidad en la estructura horizontal mostrando una leve tendencia a la homogeneidad y una dominancia media de unas pocas especies.

Se puede suponer que los ecosistemas naturales evaluados, poseen estados sucesionales y de conservación que se puede enmarcar como sistemas afectados por procesos antropocéntricos, lo que sin duda está directamente relacionado con el aprovechamiento de madera, la ampliación de la frontera agrícola, ganadera y parcelaciones de recreo de las poblaciones locales para turismo.

| | | |
|--|---|--|
| | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. | |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Es de resaltar que dentro de la caracterización florística realizada en el AIB del proyecto, se encontraron dos especies, *Astronium graveolens* e *Hymenaea courbaril*, con restricción a nivel regional según Resolución 10194 de Abril de 2008, restringiendo en todo el territorio de jurisdicción de la Corporación el uso y aprovechamiento de las especies, que presentan algún grado de riesgo, y han desaparecido en algunas regiones de la jurisdicción, Además la especie *Hymenaea courbaril* se encuentra reportada en el catálogo nacional de plantas de Colombia en categoría de casi amenazada. Cabe anotar, en cuanto a vedas se registró la especie *Myrcia popayensis*.

El área de estudio presenta 8 ecosistemas naturales en los cuales se realiza el análisis de fragmentación sobre dos escenarios: sin proyecto y con proyecto (ejecución del proyecto vial). El escenario sin proyecto presenta 126 parches con una extensión de 1961.2 Ha y un MPS (122.42). El escenario con proyecto presenta 193 parches con una extensión de 1949.9 Ha y un MPS (79.2). El tamaño promedio de los parches (MPS) indica que el ecosistema más fragmentado, en los dos escenarios, corresponde al Bosque fragmentado con vegetación secundaria del orobionomas bajos de los Andes



La conectividad en los dos escenarios es baja (0,37), teniendo en cuenta que la intervención se realizará de forma paralela a la vía existente Medellín – San Jerónimo, por lo tanto el área se encuentra altamente intervenida presentando una conectividad baja a media, limitando los procesos ecológicos asociados a la conectividad de la zona.

A nivel general dentro del área de estudio se presentan procesos de transformación de los ecosistemas naturales, debido a la intervención antrópicas dadas en la región. La ganadería, agricultura y la expansión urbana han generado fragmentos o parches, que poco a poco van disminuyendo su área, quedando de esta manera aislados de los demás parches, perdiendo su capacidad de regenerarse y de ofrecer hábitat a la fauna.

La fauna silvestre se constituye en uno de los componentes funcionales de la biodiversidad, y como tal, se trata de un elemento fundamental en la dinámica de los ecosistemas naturales, e indicadora del estado de los mismos. Desde el punto de vista económico, social y cultural, la fauna silvestre cobra importancia por ser fuente de ingresos alimenticios, estéticos, en investigaciones biomédicas, para usos recreativos y culturales.

Para la caracterización de las comunidades faunísticas asociadas al área de influencia indirecta del proyecto, se recopiló información a partir de la revisión de literatura especializada sobre las especies que potencialmente se podrían registrar en el área de estudio de este estudio.

En cuanto al grupo de Herpetofauna es importante precisar que para Antioquia se reportan 39 especies para la zona montañosa y 12 especies asociadas a la parte plana (Romero-Martínez & Lynch, 2012) y para el área de influencia se determinó la presencia probable de

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

26 especies de anfibios.

En lo concerniente al grupo de Aves se destaca que en el ámbito regional, Antioquia es uno de los departamentos colombianos con mayor diversidad de aves, lo cual se atribuye al mosaico de hábitats en diferentes ecosistemas y zonas biogeografías que posee; de esta manera y de acuerdo a la recopilación de información el área del proyecto se ubica en la dirección territorial que la Corporación denominó HEVÉXICOS, en la cual, hasta el 2010 se tenían registros de 246 especies de aves, respectivamente.



En cuanto a la Mastofauna potencial, se recopiló información para 164 especies de Mamíferos con presencia probable en la zona, las cuales se encuentran distribuidas en 33 familias y 10 órdenes, lo que representan el 32,8% de las especies reportadas a nivel nacional.

Vale la pena aclarar que durante el desarrollo de este estudio no se registró en campo ninguna especie nueva para la ciencia, así como individuos que representarían la ampliación del ámbito de distribución geográfica conocido para una especie.

Anfibios: Se registraron un total de cuatro (4) especies y 21 individuos de anfibios para el área de influencia de la Segunda Calzada entre Túnel – San Jerónimo, UF 3 y UF 1. Las especies se encuentran distribuidas en un orden, Anura, y cuatro (4) familias. Este número taxones encontrados representan el 0,5% de las registradas para Colombia (803 spp.) y el 15,38% de las especies con presencia probable en el área de influencia entre el Túnel de Occidente y Santa Fe de Antioquia. En cuanto a las familias vale la pena destacar que todas las familias, Bufonidae, Dendrobatidae, Leptodactylidae y Craugastoridae, estuvieron representados por una especie.

Reptiles: se registraron un total de nueve (9) especies y 14 individuos de reptiles. Las especies se encontraron distribuidas en un (1) orden y cinco (5) familias. Los taxones encontrados representan el 1,58% de las especies registradas para Colombia (571 spp.) y el 15,52% de los reptiles con presencia probable en el área de influencia de la Segunda Calzada Túnel – San Jerónimo, UF 3 y UF 1. En cuanto a las familias la más rica fue Teiidae con tres especies y cuatro (4) individuos, seguida por Colubridae con dos (2) especies y tres (3) individuos y Dactyloidae con dos (2) taxones y una abundancia de dos (2) individuos. Las familias Iguanidae y Corytophanidae estuvieron representadas por una (1) especie y tres (3) y dos (2) especies, respectivamente.

Aves: para el grupo de avifauna dentro del área de proyecto fueron registradas de manera directa un total 117 especies de aves en la fase de campo, las cuales se agruparon en 16 órdenes y 33 familias, además del grupo de especies Incertae Sedis. Estos resultados representan cerca del 47,6% (246 sp.) de lo esperado según referencias bibliográficas para la región en donde se encuentra inmersa el área de influencia del proyecto (CORANTIOQUIA, 2010).

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

El orden Passeriformes fue el mejor representado con 16 familias, además del grupo Incertae Sedis, las cuales conforman el 66,7% del total de aves registradas en el área del proyecto. En los demás órdenes, se obtuvieron valores de riqueza que oscilaron entre una (1) y tres (3) familias y por especie entre una (1) y diez (10), siendo Piciformes (Picidae: Pájaros carpinteros, Ramphastidae: Tucanes, Capitonidae: Capitos, barbuditos) el segundo orden mejor representado en cuanto a familias se refiere y Apodiformes (Apodidae: Vencejos, Trochilidae: Colibríes) en cuanto a número de especies.

Mamíferos: mediante la metodología implementada y el esfuerzo de muestreo realizado en el área de influencia del EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo, se registraron 19 especies de mamíferos, representados en 13 familias y ocho (8) órdenes, lo que equivale al 11,5% de las especies potenciales para el área de influencia directa del proyecto y el 3,8%, de las especies reportadas para el país. El valor mas representativo en cuanto al mayor número de especies corresponde al orden Carnivora, para el cual fueron reportadas seis (6) especies lo que corresponde al 31,5% del total de las especies registradas, seguido del orden Rodentia, para el cual fueron registradas cinco (5) especies, vale la pena alcarar que para cada orden fueron registradas tres (3) familias. Y para los ordenes Chiroptera, Didelphimorphia, Cingulata, Pilosa, Primates y Lagomorpha fue reportada una especies respectivamente. Es importante resaltar que del total de las especies registradas el 26,3% fueron reportadas mediante observación directa, el 10,5% por medio de captura, 21% por medio de registro de indicios o rastros y el 73% fueron confirmadas por medio de encuestas.

Especies Amenazadas

Para el grupo de mamíferos registrados dentro el área de influencia del EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo, dos (2) especies se encuentran amenazadas, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Especies como el tigrillo (*Leopardus wiedii*), y la Martea (*Aotus lemurinus*), esta fueron reportadas mediante encuestas realizadas a moradores del área de influencia directa del proyecto.

En cuanto a especies amenazadas podemos encontrar en el grupo de aves En el área de influencia del proyecto, se registró el Perico Frentirrojo (*Psittacara wagleri*) en cercanías a la cabecera municipal de San Jerónimo; esta especie, está catalogada como casi amenazada (NT) en el ámbito mundial. Ver Tabla 20.

Tabla 20 Especies amenazadas

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ESTADO DE AMENAZA | | |
|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| | | UICN | Res. 0192 de 2014 | Libro Rojo |
| <i>Leopardus wiedii</i> | Tigrillo | Casi amenazada (NT) | Casi amenazada (NT) | - |
| <i>Aotus lemurinus</i> | Mono nocturno | Vulnerable (Vu) | Vulnerable (Vu) | Vulnerable (Vu) |
| <i>Psittacarawagleri</i> | Perico Frentirrojo | Casi amenazada (NT) | - | - |

Especies Endémicas



En cuanto a las especies con distribución restringida dentro del el área de influencia del EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo, encontramos las siguientes:

Tabla 21 Especies endémicas

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | TIPO DE DISTRIBUCIÓN |
|--------------------------------|------------------------|----------------------|
| <i>Pristimantis aff. paisa</i> | Rana de lluvia | Endémica |
| <i>Hyloxalus aff. lehmanni</i> | Rana | Casi endémica |
| <i>Anolis mariarum</i> | lagartija | Endemica |
| <i>Aotus lemurinus</i> | Mono nocturno | Endemica |
| <i>Ortalis colombiana</i> | Guacharaca Colombiana | Endemica |
| <i>Thryophilus sernai</i> | Cucarachero Antioqueño | Endemica |
| <i>Forpus conspicillatus</i> | Periquito de Anteojos | Casi endémica |
| <i>Cyanocorax affinis</i> | Carriquí Pechiblanco | Casi endémica |
| <i>Pheugopedius mystacalis</i> | Cucarachero Bigotudo | Casi endémica |
| <i>Ramphocelus dimidiatus</i> | Toche Pico de Plata | Casi endémica |
| <i>Tangara vitriolina</i> | Tangara Rastrojera | Casi endémica |

Para la caracterización de las comunidades bióticas de los ecosistemas acuáticos ubicados dentro del área de estudio, se realizaron muestreos de fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados acuáticos (y peces realizados por el laboratorio ambiental Corporación Integral Ambiental, CIMA) en las corrientes más representativas presentes dentro del área de estudio; siendo en total 16 estaciones (nueve para la UF 1 y siete para la UF 3), con ocho (8) días de muestreo efectivo, distribuidos entre el 14 y el 18 de marzo y el 16 al 21 de abril del año 2016, siendo el periodo hidrológico de aguas bajas.

Entre los resultados obtenidos, para el ensamble de fitoplancton fueron registrados 20 géneros, pertenecientes a cinco divisiones, cinco clases, 14 órdenes y 17 familias. La división más representativa fue Ochrophyta y Cyanophycota, del cual hacen parte géneros como *Gomphonema* sp, *Melosira* sp y *Oscillatoria* sp, cuyas abundancias fueron las mayores. En general estas especies son indicadoras de eutrofia y mesotrofia, siendo

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

tolerantes a pesticidas. Por su parte el zooplancton, estuvo representado por 10 morfotipos, los cuales corresponden a dos phylum, tres clases, tres órdenes y siete familias. El género *Centropyxis* sp fue el de mayor abundancia, siendo el 24% del total registrado, seguido por *Diffugia* sp con el 17% y *Arcella* sp con el 15%. Siendo los protozoos el grupo más abundante, su representación es indicadora de aguas turbias, con presencia de materia orgánica, así como de aguas estancadas y estanques eutróficos.

El ensamble de perifiton por su parte, estuvo representado por 27 géneros, correspondientes a seis divisiones, ocho clases, 21 órdenes y 25 familias. La mayor abundancia la registró la división *Ochrophyta*, siendo el género *Gomphonema* sp el más representativo. Éste género es indicador de aguas moderadamente contaminadas a limpias.



Los macroinvertebrados acuáticos tuvieron una riqueza específica de 54 morfotipos, distribuidos en cuatro phylum, ocho clases, 19 órdenes y 38 familias. El phylum más frecuente y abundante fue Arthropoda, específicamente con la familia Chironomidae. En general, de acuerdo con el índice BMWP/Col, basado en las familia registradas, se puede concluir que la calidad del agua para las estaciones Quebradas la Murrupala, la Gasapera y Saltos es aceptable; mientras que, para las quebradas La Cola, La Volcana, Guaracu, San Juan, El Gustazo y La Frisola, es dudosa, es decir moderadamente contaminadas.

Las macrófitas acuáticas tuvieron un total de ocho registros, pertenecientes a siete familias, seis órdenes y dos clases, todos pertenecientes a la división Tracheophyta. El género *Murdania* sp fue el de mayor frecuencia y abundancia. El registro de macrófitas en corrientes lóxicas, denota que el río posee amplias zonas de remansos en las cuales las plantas pueden establecerse.

Con respecto al ensamble ictico se registraron en total cuatro géneros, los cuales hacen parte de cuatro familias, tres órdenes y una clase. La especie más abundante correspondió al Cyprinodontiforme *Poecilia* sp, seguido del *Characiformes Hemibrycon* sp. Adicionalmente, no se encontraron especies endémicas, migratorias, en amenaza o de importancia económica.

La identificación de áreas protegidas y su correspondiente caracterización se hizo con base en la consulta de los Sistemas Nacional, Regional y Local de Áreas Protegidas (SINAP, SIRAP, SILAC). También se identificaron las áreas de significancia ambiental establecidas en el POT y los Ecosistemas Sensibles, verificando la presencia o no de zonas de páramo, zonas de humedales, ciénagas y bosques.

De acuerdo con lo anterior, se identificó la zona de Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables Divisoria Valle de Aburrá – Río Cauca, el cual se intercepta con el área de estudio en 1.168 ha (21,83%); y del que se tiene especial atención debido a que estas zonas han sido definidas como “espacios que por razones ambientales o socioeconómicas , se delimitan para que bajo el principio de desarrollo sostenible, se

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |



ordene, planifique y regule el uso y manejo de los recursos naturales renovables y las actividades económicas que allí se desarrollen”.

El Programa de Información y Participación Comunitaria (PIPC), estableció relaciones de confianza y comunicación con las unidades territoriales mayores y menores para socializar la información del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la Construcción de Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, Unidades Funcionales 1 y 3, del Proyecto Autopista al Mar 1. En los espacios de participación se resolvieron las inquietudes relacionadas con el proyecto y se tuvieron en cuenta las recomendaciones y sugerencias para la elaboración del presente EIA. También se solicitó información secundaria a las alcaldías de Medellín y San Jerónimo, y a la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia –Corantioquia.

En el PIPC se realizó el proceso de convocatoria y reuniones informativas para presentar el proyecto e informar los resultados del EIA con la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia -Corantioquia-; la Gobernación de Antioquia; las alcaldías de Medellín, Ebéjico y San Jerónimo; y en las unidades territoriales menores intervenidas por el proyecto. Además con las unidades territoriales menores se realizaron talleres de identificación de impactos y levantamiento del mapa-parlante en: La Aldea, Palmitas, El Naranjal, La Cuchilla, Potrera-Miserango, Uriquitá, La Sucia, La Frisola, La Volcana-Guayabal, La Palma, El Uvito, Las Playas, Travesías y El Llano en el municipio de Medellín; Mestizal, Piedra Negra, Loma Hermosa, Llano San Juan, El Calvario, Quimbayo, Berial y Pesquinal en el municipio de San Jerónimo.

El Componente Demográfico contiene todos los aspectos relacionados con la población en lo referente a unidades territoriales mayores: Dinámica de poblamiento, Tendencias demográficas, NBI. Por otro lado para las unidades territoriales menores la dimensión contiene: Caracterización de grupos poblaciones, Dinámica poblacional, tendencia demográfica, estructura de la población, formas de tenencia de la tierra, y patrones de asentamiento. Los documentos utilizados fueron: Planes de Ordenamiento Territorial, bases de datos del SISBEN, fichas de caracterización rural entre otros documentos. Para la población de las unidades territoriales menores se tiene que para el municipio de Medellín cuenta con una población total de 17.109 habitantes, de los cuales 8.162 son mujeres y 6.403 son hombres, y en el municipio de San Jerónimo cuentan con 2.206 habitantes de los cuales 1.255 son hombres y 1.289 son mujeres.

En la dimensión espacial se hace una caracterización de los servicios públicos, tales como: energía, acueducto y alcantarillado, sistema de recolección y disposición de residuos sólidos, telecomunicaciones y transporte. Además de los servicios sociales: Infraestructura (educativa, salud, recreativa, deportiva), medios de comunicación, plazas de mercado, camposantos, cementerios y viviendas de las unidades territoriales mayores y menores, lo que permite identificar las condiciones de vida y las principales necesidades de los habitantes.

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |



Para el componente económico de manera general se puede decir que en las unidades territoriales mayores del área de influencia, se evidencia que no hay una equidistribución de la tierra con respecto a sus propietarios, la propiedad se encuentra dividida en propiedades de micro y minifundistas, alcanzando el 73,4% de la totalidad de los propietarios existentes, sin embargo, el territorio que estas personas poseen representa el 29,8% de la totalidad del terreno. En contraste, se observa que el 68,3% del área está en manos de tan solo el 8% de la propietarios (465).

Dentro de las actividades productivas se evidencia en el sector primario cultivos de fique, aguacate, lulo, cacao, café, frutales, yuca, caña panelera y plátano. La producción bovina se desarrolla a nivel departamental con un grado de importancia relevante, sin embargo en las unidades territoriales mayores en estudio esta actividad no representa un rublo relevante en su productividad. El turismo es una actividad que ha empezado a tomar impulso en la región y existen programas y proyectos para ayudar en su fortalecimiento.

El mercado laboral en las unidades territoriales mayores se mueve en los sectores de primarios y servicios. Los empleos formales se encuentran en los ofrecidos por la administración pública, turismo, hospital y en los supermercados. Existen empleos informales con vendedores ambulantes y mototaxismo principalmente

En cuanto a la dimensión cultural se identifica que las poblaciones de Ebéjico y Medellín fueron fundadas por los españoles durante la época de colonización. Estos municipios han sido mineros y cafeteros, y mediante una red de caminos en la alta montaña los arrieros han transportado mercancías a lomo de mula, desde la colonización antioqueña. En la gastronomía predomina la bandeja paisa, el café y la arepa. Actualmente en Ebéjico se celebran fiestas religiosas, pero las principales ferias y fiestas son las del Retorno Ebéjicano en octubre. En Medellín se celebra la Feria de las Flores en el mes de agosto, una de sus actividades es el desfile de silleteros, donde se exhiben flores en sillas que van en la espalda de hombres y mujeres que las cultivan, lo cual representa a esta tierra como la eterna primavera.

La dimensión político-organizativa da cuenta de las principales características del departamento de Antioquia y de los municipios de Medellín, San Jerónimo y Ebéjico, como unidades territoriales mayores del área de influencia, en lo correspondiente a su organización político-administrativa. Es así que se presenta la configuración de las fuerzas políticas presentes en cada uno de los gobiernos, así como la composición de los órganos deliberativos para cada unidad territorial. Dicha contextualización se plantea para presentar las líneas de gobierno representada en los planes de desarrollo dispuesto para el cuatrenio de vigencia de cada gobierno. En lo correspondiente a las unidad territoriales menores de cada municipio, se hace referencia a la Junta de Acción Comunal como máximo referente de organización de la vereda y se presentan (de haberlas) las organizaciones presentes en los territorios, así como la presencia institucional en los territorios y los planes o proyectos desarrollados o proyectados.

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Las tendencias de desarrollo plantean un análisis que recoge información de todas las dimensiones del medio socioeconómico, tanto de las unidades territoriales mayores del departamento de Antioquia, como los municipios de Medellín, San Jerónimo y Ebéjico, como de las unidades territoriales menores (La Aldea, San Sebastian de Palmitas, Naranjal, La Cuchilla, Potrera-Miserango, Urquitá, La Sucia, La Frisola, Las Playas, El Uvito, Travesias, El Llano, La Volcana–Guayabal, La Palma, Mestizal, Piedra Negra, Loma Hermosa, Llano San Juan, El Calvario, Quimbayo, Berial y Pesquinal). En dicho análisis se tiene en cuenta las líneas estratégicas presentada por cada uno de los gobiernos para definir de acuerdo a la conceptualización sobre desarrollo, el camino y los posibles escenarios de cada territorio a la luz de las directrices políticas que rigen su gobierno en conjunto con las dinámicas y condiciones económica, sociales, ambientales y culturales de cada territorio en relación con la nación.



Durante el desarrollo del estudio se adelantó la identificación de posibles unidades familiares y productivas a reasentar, determinando que durante la inspección realizada al área de influencia directa del proyecto, no se identificó ninguna unidad social que cumpla con todos los requisitos exigidos por la resolución 077 de 2012. Por lo anterior, el proyecto no realizará por el momento procesos de traslado involuntario de población. Es de aclarar, que el Concesionario con base en información jurídica – predial que se recaude durante la fase pertinente de gestión predial podrá identificar unidades sociales ocupantes irregulares, a las cuales se les aplicará el procedimiento establecido en la Resolución 077 de 2012, siempre y cuando cumplan con todos los requisitos de dicho documento.

Mediante la aplicación de instrumentos de análisis se han valorado los servicios ecosistémicos en el área de estudio, lo que ha permitido comprender de modo integral todos los bienes y servicios que prestan los recursos de esta zona.

Para los servicios ecosistémicos inicialmente se desarrolló la descripción de estos en el área mediante una recopilación de información secundaria y posteriormente con el reconocimiento en campo de dicha información, la descripción ecológica de cada uno de los servicios identificados teniendo como base teórica y normativa la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).

Posteriormente se adelantó una evaluación multidisciplinaria con el fin de valorar la importancia del aporte de servicios ecosistémicos suministrada por las coberturas de la tierra; seguidamente se desarrolló un análisis con base en la evaluación de impactos a fin de conocer el impacto que tendrá el proyecto sobre los servicios ecosistémicos y un análisis de dependencia de las comunidades y del proyecto con respecto al consumo de bienes y servicios ambientales.

Para el capítulo de zonificación ambiental se integran las principales características de los componentes ambientales y sociales de un territorio, a través de los aspectos abióticos,

| | | |
|--|---|--|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  Devimar SOMOS TU VÍA |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

bióticos, socioeconómicos, culturales y normativos, para identificar las condiciones y comportamientos desde el análisis de la sensibilidad e importancia de cada uno de ellos.

Mediante la valoración de la sensibilidad de cada elemento se evalúa su capacidad de retorno a las condiciones originales luego de estar sujeto a procesos de intervención, el grado en el que se pueden ver comprometidas sus funciones, la posibilidad de afectación por su interacción con otro u otros elementos y, en forma general, el equilibrio resultante de este con su entorno.

Por otra parte el grado de importancia hace referencia al potencial que el elemento puede llegar a representar en el área, como fuente generadora de servicios o bienes ambientales y/o sociales, y que se pueda ver comprometida por procesos de intervención antrópica.

Dentro del análisis de sensibilidad (S) e importancia (I) se evaluaron los siguientes componentes:

Tabla 22 Elementos de análisis para la zonificación ambiental



| COMPONENTE | ELEMENTO | DETERMINANTES | S | I |
|----------------------------------|---------------------------------|---|---|----|
| Medio Abiótico | | | | |
| Geomorfología | Procesos morfodinámicos | Intensidad de erosión | X | -- |
| Geotecnia | Zonificación geotécnica | Zonificación geotécnica | X | -- |
| Hidrogeología | Puntos de agua subterránea | Inventario de puntos de agua con un búfer de 100 metros | X | X |
| | Zonas de recarga de acuíferos | Variación en el sistema de descarga del agua subterránea | X | X |
| Hidrología | Inundación | Susceptibilidad geomorfológica por paisaje y relieve, precipitación, cobertura de la tierra | X | -- |
| | Torrencialidad | Precipitación, densidad de drenaje, tiempo de concentración, cobertura de la tierra | X | -- |
| Paisaje | Calidad paisajística | Clases de calidad visual | X | X |
| Usos del Suelo | Uso potencial del suelo | Agrupación de coberturas en usos potenciales del suelo | X | X |
| Medio Biótico | | | | |
| Flora | Ecosistemas terrestres | Mapa Ecosistemas terrestres | X | X |
| | Fragmentación de ecosistemas | Fragmentación de ecosistemas y/o índice de fragmentación | X | X |
| Fauna | Hábitat de la fauna silvestre | Coberturas de la tierra a nivel 3 de Corine Land Cover | X | X |
| Ecosistemas acuáticos | Hábitats para la biota acuática | Drenajes dobles y sencillos | X | X |
| Socioeconómico y Cultural | | | | |
| Socioeconómico | Asentamientos Humanos | Espacios conformados por viviendas, vías y | X | X |

| COMPONENTE | ELEMENTO | DETERMINANTES | S | I |
|---|--|--|----|---|
| | | superficies cubiertas, en este se presenta un mayor número de habitantes por kilómetro cuadrado. | | |
| | Infraestructura socioeconómica | Infraestructuras localizadas en el AID, dentro de las cuales se destacan los centros educativos, infraestructura de salud, vías secundarias y terciarias y los centros religiosos. | X | X |
| | Tamaño de la propiedad | Tamaño de los predios ubicados en el área de influencia, de acuerdo con la base del IGAC (mini, micro, mediana y grande propiedad). | X | X |
| Arqueología | Áreas con potencial arqueológico | Sitios de potencial arqueológico alto, medio y bajo a partir de hallazgos y análisis del paisaje. | X | X |
| Aspectos Normativos y Reglamentarios | | | | |
| Aspectos normativos y reglamentarios | Uso reglamentado del suelo, Áreas protegidas, Áreas de manejo especial | Instrumentos de ordenación y planificación, Áreas protegidas e Instrumentos de ordenación | -- | X |

Donde se determinó que para el medio abiótico el área de influencia del proyecto posee 618.53 ha que corresponden a áreas de sensibilidad media, 3276.90 ha a sensibilidad alta y 1460.76 ha a sensibilidad muy alta. La sensibilidad muy alta estuvo dada por elementos dentro de la zonificación geotécnica, los procesos morfodinámicos y el uso potencial del suelo con áreas de restauración y protección; además los puntos de agua subterránea (manantiales productivos), la torrencialidad alta y los suelos de protección y producción.

Respecto a la importancia ambiental del medio abiótico se determinó que a través de la evaluación de los elementos estructurales de recurso suelo y agua y su interacción el área de influencia del proyecto presenta un área de importancia media con una extensión de 2438.96 ha y un área de importancia alta con 2917.22 ha, en donde se ubican las zonas con calidad visual alta (paisaje), los recursos hídricos y zonas de recuperación (uso potencial del suelo) y los manantiales productivos (hidrogeología).

Con base en estos análisis del medio abiótico se concluyo que la zonificación ambiental presenta zonas de muy alta zonificación que correspondieron al 15% del área de influencia del proyecto (821.54 ha) y para el área de intervención presenta 12% (7.10 ha); lo que obedece a la presencia de deslizamiento activo, sobrepastoreo (patas de vaca) grado muy severo, erosión en surcos grado severo, erosión en cárcavas grado severo, cicatrices de deslizamientos, erosión en surcos grado moderado, erosión en cárcavas grado moderado, sobrepastoreo (patas de vaca) grado severo, amenaza geotécnica muy alta, amenaza geotécnica alta, zonas de amenaza por inundación muy alta, zonas de amenaza por inundación alta, zonas de amenaza por torrencialidad muy alta, zonas de amenaza por

| | | | |
|---|---|---|--|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  | |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | | |
| | VERSIÓN 0.2 | | |

torrencialidad alta, la presencia de recursos hídricos y zonas de recuperación el uso potencial del suelo.

Respecto al análisis de sensibilidad del medio biótico se encontró que la sensibilidad media representa el mayor porcentaje con 51% (2715.20 ha) y para el área de intervención se reporta con un 47% (30.21 ha), también se reporta que el 14.6% tiene sensibilidad alta para el área del proyecto (779.39 ha) y un 22% (13.98 ha) para el área de intervención y por último la categoría sensibilidad muy alta reporta un 26% del área de influencia del proyecto (1388.37 ha) y un 10% (6.23 ha) para el área de intervención.

Para la distribución de los niveles de importancia del medio biótico se encontró que existen zonas de baja, media y alta importancia socio ambiental (servicios ecosistémicos prestados), tanto en el área de influencia como el área de intervención. Dentro del área de influencia del proyecto, las áreas de importancia baja corresponden al 46.8%, la importancia media corresponde al 23.5% y la alta a 29.7%. En cuanto al área de intervención, las zonas de importancia baja corresponden al 60.8% (39.43 ha), las de importancia media 29.5% (19.15ha) y las de importancia alta 9.79% (6.28ha).

Con base en el análisis presentado del medio biótico se encontró que la zonificación ambiental presenta zonas de muy alta zonificación que corresponden al 0,1% del área de influencia del proyecto (7.49 ha) y 10% para el área de intervención (6.22 ha), y el 26% del área de intervención se cataloga como zonificación ambiental alta; lo que obedece a la presencia de áreas bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobionomas bajos de los Andes, bosque de galería del Orobionomas bajos de los Andes, bosque de galería del Orobionomas medios de los Andes, bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobionomas bajos de los Andes y ríos del Helobionomas del Magdalena y Caribe.

En la categoría zonificación ambiental alta el 3% del área pertenece a zonas con presencia del arbustal denso alto del Orobionomas bajos de los Andes, arbustal denso alto del Orobionomas bajos de los Andes, herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes, vegetación secundaria alta del Orobionomas bajos de los Andes, vegetación secundaria alta del Orobionomas medios de los Andes, vegetación secundaria baja del Orobionomas medios de los Andes y las quebradas (drenaje sencillo con buffer de 30m) que pasan por el trazado de la vía.

Para el medio socioeconómico la sensibilidad alta se presentó en un 62% del área de influencia del proyecto y en un 74% (47.76 ha) del área de intervención, las áreas con sensibilidad muy alta reportan un 0,9% del área de influencia del proyecto y un 5% (3,04 ha) del área de intervención a través de la presencia de comunidades étnicas y centros poblados y caseríos, las áreas con potencial arqueológico alto y muy alto y la infraestructura social asociada.

La importancia ambiental del medio social se basa en los servicios ambientales, sociales y culturales que prestan los elementos que componen el mismo y la distribución que existe en

la zona se clasifica de baja, media y alta importancia socioeconómica, tanto en el área de influencia como en el área de intervención. Para el área de intervención las zonas de importancia baja corresponden al 32.4%, las de importancia media 10.9% y las de importancia alta 56.7%.

Con base en esto se determina que la zonificación ambiental del medio socioeconómico muestra zonas de muy alta significancia social y corresponden al 0,9% del área de influencia del proyecto (47,84 ha) y para el área de intervención presenta un 5% (3,04 ha); lo que obedece a la presencia de predios asociados a escuelas y colegios. Adicionalmente, el 56% del área de influencia del proyecto (2987,57 ha) y el 62% del área de intervención (40.22 ha) corresponden a la zonificación alta del medio social, lo que se genera principalmente debido a la presencia de áreas con tamaño de la propiedad tipo microfundio y minifundio, también a áreas con un potencial arqueológico muy alto y alto.

Por último se presenta la síntesis ambiental del área donde se analiza la sensibilidad e importancia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, y los aspectos normativos y reglamentarios existentes en el área de influencia, los cuales una vez fueron valorados de forma independiente, se integraron a través de la relación sensibilidad/importancia arrojando que el área de influencia presenta un grado de relación S/I muy alto, con un 49.26% en el área de influencia y un 36.7% en el área de intervención, para la categoría alta el 45.7% del área de intervención y el 56.03% del área del proyecto, en tanto las zonas de media relación S/I representan el 5% del área de influencia y el 7.2% del área de intervención.

Se presenta una caracterización detallada de los recursos naturales que demandará el proyecto, los cuales serán utilizados, aprovechados o afectados durante todas las fases de construcción, con el fin de solicitar los respectivos en el marco de la Licencia ambiental.

Para la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo se estima la demanda de agua para uso doméstico e industrial; con valores de: (Tabla 23).

Tabla 23. Demanda de Agua Total en el Proyecto

| Uso Requerido | Caudal Estimado (l/s) |
|----------------------------|-----------------------|
| Doméstico | 0,030 |
| Industrial | 18,832 |
| Factor de seguridad (10 %) | 1,886 |
| Demanda Total | 20,75 ≈ 21 |

Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

- CAPTACIONES

Se prevé realizar captaciones en cuatro puntos a lo largo del corredor vial, siendo estos en

el Rio Aurrá, Quebrada La Frisola, Quebrada La Volcana y Quebrada La Culebra; para cada uno se definió el caudal a concesionar de acuerdo a su localización y disponibilidad de las corrientes. Adicionalmente se considerará el uso de las aguas de infiltración que se presentarán durante la perforación del túnel, cuyo volumen dependerá de las condiciones del maciso rocoso. A continuación en la Tabla 24 se indican las coordenadas de referencia de los puntos de captación.

Tabla 24 Identificación de fuentes

| ID | Corriente | Vereda Municipio | Coordenadas Magna Sirgas origen Oeste | | Uso | |
|---------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------|-----|---|
| | | | Norte | Este | I | D |
| CAP 4 | Rio Aurrá | El Rincón / San Jerónimo | 1204843,4 | 1148972,6 | X | |
| CAP 7 | Quebrada la Volcana | Corregimiento Las Palmitas / Medellín | 1192776,6 | 1153642,3 | X | |
| CAP 8 | Quebrada la Frisola | La Volcana - Guayabal / Medellín | 1191373,3 | 1153746,6 | X | X |
| CAPTACIÓN PORTAL MEDELLÍN | Quebrada La Culebra | Naranjal /Medellín | 1188356,0 | 1157426,0 | X | |

I: Industrial D: Domestico

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A, 2016)

Teniendo en cuenta los puntos de captaciones se realiza el análisis de conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos; se realiza la estimación los caudales medios, máximos y mínimos en los sitios de captación de cuencas sin medición, se debe recurrir a métodos indirectos, de lluvia escorrentía. La información de dichos caudales fue procesada y ajustada mediante software a funciones probabilísticas así mismo la estación utilizada fue Peñalta (Rio Aurrá). Para el caso de las aguas de infiltración, se toma como referencia las estimaciones efectuadas de acuerdo al tipo de formación rocosa presente en cada portal.

- VERTIMIENTOS

Para el desarrollo de las actividades constructivas se han identificado tres puntos de vertimientos, en corrientes superficiales en las cuales se dispondrá las aguas residuales industriales y domesticas previamente tratadas, y dando cumplimiento a la normatividad vigente (Resolución 0631 de 2015 y Decreto 3930 de 2010).

La selección de los puntos de vertimientos se realizó teniendo en cuenta la proximidad a los sitios de generación y capacidad de mezcla, transporte y asimilación de los vertimientos (reaireación). Otros aspectos que se tuvieron en cuenta en la definición de los puntos de vertimiento fueron los siguientes:

- Facilidad de acceso
- Mínima afectación a la vegetación existente
- Estabilidad en las márgenes del cauce
- No afectación a la comunidad según el inventario de usos y usuarios del recurso.

La localización de los sitios de vertimiento se presenta a continuación.

Tabla 25 Sitios propuestos para vertimiento

| Id | Nombre | Drenaje | Coordenadas Magna Sirga Origen Oeste | | Municipio |
|----|-----------------|---------------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| | | | Este | Norte | |
| 2 | Planta 1 | Quebrada La Frisola | 1152909,4 | 1192030,8 | La Volcana- Guayabal – Medellín |
| 3 | Portal Santa Fe | Quebrada La Frisola | 1153729,8 | 1191376,3 | La Frisola - Medellín |
| 4 | Portal Medellín | Quebrada La Culebra | 1157472,2 | 1188319,5 | El Naranjal - Medellín |

Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

Finalmente se tiene que el volumen total de agua a verter previo tratamiento y permiso por parte de la autoridad ambiental competente asciende a 11,93 l/s, distribuidos como se se presenta en la Tabla 26.

Tabla 26. Volumen Total de Agua a Verter



| Punto | Cuerpo de agua | Tipo de agua a verter – caudal (L/s) | | Caudal total por punto (L/s) |
|------------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------|------------------------------|
| | | Doméstica | Industrial | |
| Planta 1 | Quebrada La Frisola | 0.03 | 1,70 | 1,73 |
| Portal Santa Fe | Quebrada La Frisola | | 3.40 | 3,40 |
| Portal Medellín | Quebrada La Culebra | | 6.16 | 6,16 |
| Caudal total proyecto | | | | 11,30 |

Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

Los volúmenes de agua indicados, podrán presentar variación dependiendo de las condiciones reales de permeabilidad del material presente en la zona a excavar para el túnel y teniendo en cuenta que durante las actividades constructivas, la concesionaria prevé la incorporación de las aguas producto de la excavación del túnel en los procesos constructivos del proyecto, como una forma de optimizar el recurso.

- **OCUPACIONES DE CAUCE**

Para la intersección de los drenajes identificados que cruza el diseño de la vía se han

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

planeado obras hidráulicas las cuales van a permitir el transcurso normal sin ser alterada por la configuración final del proyecto. Todas las secciones han sido determinadas desde el punto de vista hidrológico e hidráulico con el fin de garantizar su correcto funcionamiento y ubicación a lo largo del trazado.

Para este proyecto en las unidades funcionales 3 y 1 se han identificado la utilización de *box culvert*, puentes y alcantarillas según las características del cuerpo hídrico que se pretende cruzar, es de resaltar que el número de puentes proyectados no equivale directamente al número de ocupaciones requeridas, teniendo en cuenta que en algunos casos estos obedecen a necesidades de diseño del proyecto vial, por lo cual se consideran como viaductos.



- **APROVECHAMIENTO FORESTAL**

De acuerdo con la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 (MADS) en lo correspondiente al aprovechamiento Forestal, define que se debe realizar: *“inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de ecosistema vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestales (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%...”*.

Dadas las condiciones propias del proyecto para las Unidades Funcionales - UF 1 y 3 el área total de intervención es de 64,86 has distribuidas en 20 ecosistemas terrestres como se muestra en la Tabla 27

Tabla 27 Ecosistemas terrestres intervenidos por el proyecto

| Ecosistemas | Área (Ha) | Área (%) |
|---|-----------|----------|
| Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes | 3.72 | 5.73 |
| Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes | 2.50 | 3.85 |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes | 4.41 | 6.80 |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma medio de los Andes | 4.22 | 6.51 |
| Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del Orobioma medio de los Andes | 0.18 | 0.28 |
| Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma bajo de los Andes | 1.58 | 2.43 |
| Pastos arbolados del Orobioma bajo de los Andes | 3.04 | 4.69 |
| Pastos arbolados del Orobioma medio de los Andes | 3.15 | 4.85 |
| Pastos enmalezados del Orobioma bajo de los Andes | 2.29 | 3.52 |
| Pastos enmalezados del Orobioma medio de los Andes | 1.02 | 1.57 |
| Pastos limpios del Orobioma bajo de los Andes | 9.71 | 14.97 |
| Pastos limpios del Orobioma medio de los Andes | 6.24 | 9.63 |

| | | |
|--|---|--|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  Devimar SOMOS TU VÍA |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

| Ecosistemas | Área (Ha) | Área (%) |
|--|--------------|---------------|
| Ríos del Helobioma del Magdalena y Caribe | 0.01 | 0.02 |
| Tejido urbano discontinuo del Orobioma medio de los Andes | 2.66 | 4.10 |
| Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes | 4.26 | 6.56 |
| Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes | 0.69 | 1.07 |
| Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes | 0.09 | 0.14 |
| Vía pavimentada del Orobioma medio de los Andes | 1.43 | 2.20 |
| Vivienda rural nucleada del Orobioma bajo de los Andes | 11.63 | 17.93 |
| Vivienda rural nucleada del Orobioma medio de los Andes | 2.03 | 3.13 |
| Total general | 64.86 | 100.00 |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Gran parte de las actividades constructivas se realizarán sobre ecosistemas artificializados o transformados con 53.59 has, correspondiente al 82.62% del total de área a intervenir y un área de 11.27 has, para ecosistemas naturales, equivalente al 17.38% del total del área (Tabla 28).

Tabla 28 Área de intervención por ecosistema transformado y natural

| TIPO DE ECOSISTEMA | Área (ha) | Área (%) |
|-------------------------|--------------|---------------|
| Ecosistema natural | 11.27 | 17.38 |
| Ecosistema transformado | 53.59 | 82.62 |
| TOTAL | 64.86 | 100.00 |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Volúmenes totales por ecosistema para áreas naturales

En la Tabla 29 se establecen las áreas por ecosistema natural presente dentro del área de afectación, se presenta un área por ecosistema, un volumen total en m³ promedio por hectárea para cada ecosistema, dato que se consolida con la información proveniente de los estadígrafos y por último el volumen total en m³ para para el total del área por ecosistema.

Tabla 29 Volúmenes totales por ecosistema para areas naturales

| ECOSISTEMA | VOL_TOTAL (m3) | VOL_COMERCIAL (m3) | Area Intervención (ha) |
|--|----------------|--------------------|------------------------|
| Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes | 70.701 | 31.341 | 3.72 |
| Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes | 50.412 | 30.782 | 0.69 |
| Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes | 47.889 | 19.979 | 2.50 |
| Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes | 30.901 | 15.806 | 4.26 |
| Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes | 7.695 | 2.629 | 0.09 |
| TOTAL | 207.598 | 100.537 | 11.26 |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Censo forestal para cada una de las actividades dentro del área de intervención del proyecto

El censo forestal se estableció para las áreas con ecosistemas transformados correspondientes a las obras relacionadas con Zodmes, Chaflanes y Plantas. Se realizó la identificación y conteo de todos los individuos arbóreos cuyo diámetro a la altura del pecho es mayor a 10 cm. de DAP, que se encuentran dentro de las áreas de intervención del proyecto correspondiente



- ✓ Volumen proveniente de censo forestal dentro de los ecosistemas de intervención por tipo de obras.

En la Tabla 30 se presentan los resultados del volumen total y comercial del censo forestal para los ecosistemas antrópicos, donde se incluyen algunos individuos de coberturas naturales presentes en las áreas de afectación como ZODMES, Chaflanes y Plantas, debido a una variación en la precisión de la extensión de las áreas. Producto del éste censo, se obtuvo un total de 3182 fustales con un volumen total de 1956.33 m³ y un volumen comercial de 806.61 m³.

Tabla 30 Volúmenes a aprovechar por ecosistemas censados

| Ecosistema | Volumen total (m ³) | Volumen comercial (m ³) |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes** | 248.60 | 70.18 |
| Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes** | 57.23 | 21.25 |
| Total Ecosistemas Naturales | 305.83 | 91.43 |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes | 73.85 | 36.11 |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma medio de los Andes | 28.49 | 12.44 |
| Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma bajo de los Andes | 16.52 | 8.58 |
| Pastos arbolados del Orobioma bajo de los Andes | 246.72 | 133.18 |
| Pastos arbolados del Orobioma medio de los Andes | 3.39 | 1.87 |
| Pastos enmalezados del Orobioma bajo de los Andes | 86.35 | 38.16 |
| Pastos enmalezados del Orobioma medio de los Andes | 0.87 | 0.47 |
| Pastos limpios del Orobioma bajo de los Andes | 254.53 | 76.23 |
| Pastos limpios del Orobioma medio de los Andes | 4.48 | 2.44 |
| Tejido urbano continuo del Orobioma bajo de los Andes | 0.67 | 0.27 |
| Vía pavimentada del Orobioma medio de los Andes | 0.48 | 0.01 |
| Vivienda rural nucleada del Orobioma bajo de los Andes | 922.88 | 402.12 |
| Vivienda rural nucleada del Orobioma medio de los Andes | 11.25 | 3.30 |
| Total Ecosistemas Transformados | 1650.50 | 715.18 |
| Total general | 1956.33 | 806.61 |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

| | | |
|--|---|--|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  Devimar SOMOS TU VÍA |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

- *EMISIONES ATMOSFERICAS*

Durante el mes de febrero y los días 4 al 10 de junio, se realizó trabajo en campo y en él se incluía el trabajo de inventario de fuentes de emisión las cuales estuvieran generando contaminación atmosférica en el área de estudio del corredor vial de Túnel de Occidente – y San Jerónimo, en donde se identificaron puntos que ejercen presión y cambio en el medio, finalmente se clasificaron en fuentes fijas, móviles y de área.

A lo largo del corredor vial se identificaron actividades generadoras tales como industriales y comerciales asociadas a parqueaderos de vehículos, restaurantes y asaderos; por otro lado centros urbanos y condominios; en algunas viviendas se realizan actividades de ganadería y cultivos de cebolla, cilantro y en pequeña proporción de frutas, también fuentes móviles y lineales como el tránsito de toda clase de vehículos y finalmente una fuente de área la cual se refiere a extracción de material de la quebrada La Frisola en la vereda La Volcana-Guayabal del municipio de Medellín.

Adicionalmente se incluyen los resultados del modelo de dispersión de contaminantes, necesario para la obtención del permiso de emisiones para el proyecto.



- *MATERIALES DE CONSTRUCCION*

El desarrollo del proyecto requerirá la utilización de materiales de construcción para la conformación de sub-bases, bases y rellenos, para la construcción de estructuras, para la preparación de algunos concretos y morteros, y obras en general; dichos materiales se obtendrán de canteras o sitios de extracción aluvial operados por terceros que tengan permiso y licencia ambiental vigentes y de sitios autorizados.

Se realizó la identificación y valoración de impactos de los dos escenarios. En el escenario sin proyecto se identificaron y evaluaron en total diez actividades antrópicas y una condición natural; se presenta un total de 269 correlaciones entre las actividades-impactos-ámbitos de manifestación, de las cuales 252 son de naturaleza negativa y 17 de naturaleza positiva.

En términos de las correlaciones significativas (severos y críticos), corresponden al 11% del total de interacciones negativas; dichas interacciones se concentran en el medio biótico con 6% y socioeconómico con 4%. Las correlaciones positivas están representadas solo en el medio socioeconómico, pero su aporte está dado principalmente por impactos relevantes con 82% del total de interacciones.

En el escenario con proyecto, se evaluaron en total 25 actividades de tres etapas: pre construcción, construcción segunda calzada y construcción de túnel y se identificaron 413 interacciones, 369 de carácter negativo y 44 de carácter positivo, en un total de 31

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

impactos. La etapa constructiva de la segunda calzada es la más impactante y las actividades con mayor número de interacciones corresponden a retiro de escombros, materiales sobrantes y adecuación de zodme con 49 todas negativas; seguida por portales de entrada y salida y sitios de acopio con 38 interacciones todas negativas, desmonte y limpieza con 37 interacciones también todas negativas. Por otra parte, la actividad de recuperación de áreas intervenidas representan el mayor número de interacciones positivas con 16.

Una vez identificados los impactos significativos se realizó la espacialización de los mismos para generar las zonificaciones por medio y la zonificación de impacto total; de la cual se concluye que, los impactos sociales asociados al ámbito de manifestación de unidades territoriales tienen una incidencia importante generando un comportamiento de impacto severo sobre el área de influencia, ya que espacialmente cubren grandes extensiones. Es así, como la distribución espacial de los impactos en el área de influencia obedece principalmente a efectos severos en un porcentaje del 48.46% considerando una extensión de 2595.75 ha en el área de influencia y el 100% en el área del proyecto (64.86 ha).

Aplicando la metodología para la identificación y valoración de los impactos residuales, se analizaron en total 15 impactos representados en 45 interacciones; de los cuales cinco impactos (10 interacciones) presentan condición persistente en términos de significancia: afectación a comunidades faunísticas, afectación de especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural, cambios en la cobertura vegetal, cambios en las características de los suelos, generación y activación de procesos denudativos.

En cuanto al análisis de acumulación y sinergias, en total se identifican ocho impactos como potencialmente acumulativos significativos; de los cuales la mayor importancia se presenta en el medio biótico sobre la vegetación y el recurso faunístico.

Para el proceso de la zonificación de manejo ambiental se realizó la zonificación intermedia de los componentes físico, biótico y socioeconómico, se identificaron los distintos tipos de categorías de gestión asociadas a zonas por donde se evalúa y/o se restringe el desarrollo del proyecto. Adicionalmente se incluyen las áreas de exclusión normativas que se tuvieron en cuenta para la elaboración del estudio de impacto ambiental de la construcción de la segunda calzada túnel - San Jerónimo. UF 1 y 3 del proyecto Autopista al Mar 1.

Para el componente físico se obtuvieron cuatro (4) categorías de manejo para el área de proyecto, las cuales corresponden a áreas de exclusión 745.13 ha (14%), áreas de intervención con restricciones mayores 137.88 ha (3%), áreas de intervención con restricciones menores 2891.29 ha (54%) y áreas de intervención 1581.89 ha (30%), como se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31 Áreas de zonificación de manejo del componente físico

| Zonificación de manejo ambiental | Categoría | Área de estudio | |
|---|-----------|-----------------|-------------|
| | | Área (ha) | % |
| Áreas de exclusión (Ex) | Ex | 745,13 | 14% |
| Áreas de intervención con restricciones mayores (IMa) | IMa | 137,88 | 3% |
| Áreas de intervención con restricciones menores (IMe) | IMe | 2891,29 | 54% |
| Áreas de intervención (Ai) | Ai | 1581,89 | 30% |
| Total (ha) | | 5356,19 | 100% |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Para el componente biótico se obtuvieron 3 categorías de manejo para el área de proyecto, las cuales corresponden a áreas de intervención con restricciones mayores 241.32 ha (5%), áreas de intervención con restricciones menores 1567.13 ha (29%) y áreas de intervención 3547.74 ha (66%), en la Tabla 32 se evidencia la extensión de dichas áreas de manejo.

Tabla 32 Áreas de zonificación de manejo del componente Biótico

| Zonificación de manejo ambiental | Categoría | Área de estudio | |
|---|-----------|-----------------|-------------|
| | | Área (ha) | % |
| Áreas de exclusión (Ex) | Ex | 0,00 | 0% |
| Áreas de intervención con restricciones mayores (IMa) | IMa | 241,32 | 5% |
| Áreas de intervención con restricciones menores (IMe) | IMe | 1567,13 | 29% |
| Áreas de intervención (Ai) | Ai | 3547,74 | 66% |
| Total (ha) | | 5356,19 | 100% |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Para el componente socioeconómico se obtuvieron 4 categorías de manejo para el área de proyecto, las cuales corresponden a áreas de exclusión 57.49 ha (1%), áreas de intervención con restricciones mayores 1077.87 ha (20%), áreas de intervención con restricciones menores 3695.72 ha (69%) y áreas de intervención 525.11 ha (10%) (Tabla 33).

Tabla 33 Áreas de zonificación de manejo del componente socioeconómico.

| Zonificación de manejo ambiental | Categoría | Área de estudio | |
|---|-----------|-----------------|-------------|
| | | Área (ha) | % |
| Áreas de exclusión (Ex) | Ex | 57,49 | 1% |
| Áreas de intervención con restricciones mayores (IMa) | IMa | 1077,87 | 20% |
| Áreas de intervención con restricciones menores (IMe) | IMe | 3695,72 | 69% |
| Áreas de intervención (Ai) | Ai | 525,11 | 10% |
| Total (ha) | | 5356,19 | 100% |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

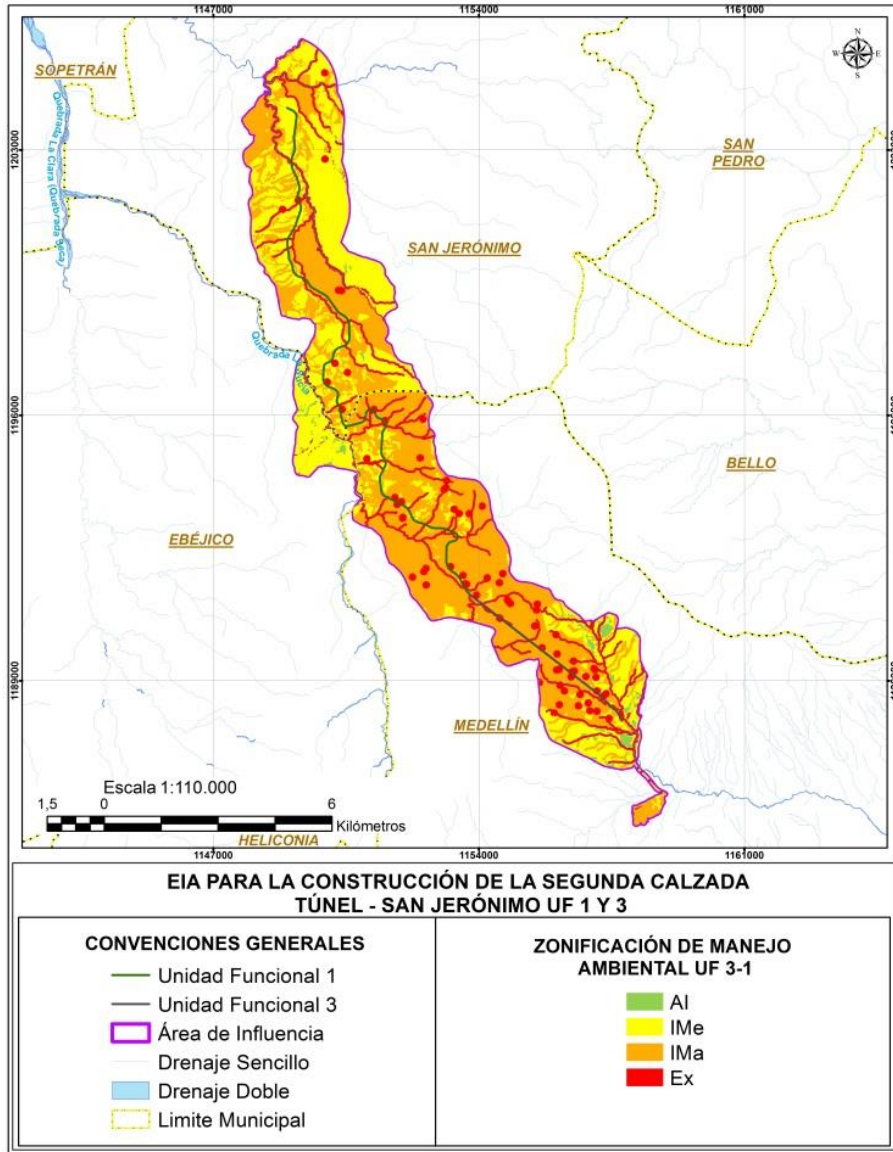
De acuerdo con la información recopilada en la Tabla 34 que se grafica en la Figura 8, se concluye que el área de estudio se ubican cuatro zonas de manejo ambiental: Áreas de exclusión que corresponden a 575.25 ha (14%), áreas de intervención con restricciones mayores (IMa), que corresponden al 49%, áreas de intervención con restricciones menores (IMe) con el 35%, y áreas de intervención (Ai) con el 1%.

Tabla 34 Zonificación de Manejo Ambiental para el área de influencia definitiva

| Zonificación de manejo ambiental | Categoría | Área de estudio | |
|---|-----------|-----------------|-------------|
| | | Área (ha) | % |
| Áreas de exclusión (Ex) | Ex | 757,25 | 14% |
| Áreas de intervención con restricciones mayores (IMa) | IMa | 2642,10 | 49% |
| Áreas de intervención con restricciones menores (IMe) | IMe | 1878,51 | 35% |
| Áreas de intervención (Ai) | Ai | 78,33 | 1% |
| Total (ha) | | 5356,19 | 100% |



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 8 Zonificación de Manejo Ambiental para el área de influencia definitiva



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Con base en la matriz de valoración y el análisis de residualidad se identificaron 5 impactos no internalizables, es decir, impactos que aún implementado la medida de manejo tienen el potencial de generar alteraciones al medio. Estos impactos son: cambios en las características de los suelos, generación y activación de procesos denudativos, cambio en la cobertura vegetal, afectación a comunidades faunísticas y afectación de especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural.

| | | | |
|--|---|--|--|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  Devimar SOMOS TU VÍA | |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | | |
| | VERSIÓN 0.2 | | |

Una vez descontados los beneficios y costos, teniendo en cuenta el VPN como el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad del proyecto, se obtiene que el consolidado del valor presente neto de los costos y beneficios totales, arrojan un flujo de caja positivo que asciende a \$ 916.029.352.486 pesos, lo que significa que el proyecto renta muy por encima de la tasa social de descuento seleccionada en el 12%. La relación beneficio - costo es de 11,95 e indica que los daños ambientales podrían compensarse fácilmente por los beneficios generados, y por tanto el proyecto es viable desde el punto de vista socioambiental.

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es el resultado de relacionar la Evaluación de Impactos Ambientales (Capítulo 8. Evaluación Ambiental) con respecto a la caracterización ambiental del área donde se desarrollarán las actividades del Proyecto.



Este Plan de Manejo Ambiental (PMA) se estructura, a partir de la evaluación ambiental, en programas y subprogramas, presentando el conjunto detallado de medidas y actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir, y compensar los impactos atribuibles al Proyecto, Cada una de las fichas de manejo responde a los impactos que en su evaluación ambiental arrojaron las ponderaciones más elevadas.

- **MEDIO ABIOTICO**

Las fichas de manejo para el medio abiótico (Ver Tabla 35) se han formulado con el fin de dar respuesta a los impactos ambientales potenciales a generarse sobre la geología, geomorfología, hidrogeología, calidad del agua y del aire en el área de influencia del Proyecto, como se indica a continuación:

Tabla 35. Listado de Programas y Fichas de Manejo para el Medio Abiótico

| Código | Nombre de la Ficha |
|--|---|
| Programas de Conservación del Recurso Suelo | |
| PMF-01 | Conservación y restauración de la estabilidad en sitios sin condiciones geotécnicas especiales |
| PMF-02 | Manejo y disposición de materiales de excavación sobrante y de demoliciones |
| PMF-03 | Manejo de taludes de más de 10 Metros de Altura y Zonas de Condiciones Geotécnicas Especiales |
| PMF-04 | Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto |
| PMF-05 | Manejo ambiental de talleres de mantenimiento, uso de equipos, maquinaria y manejo de combustibles y lubricantes. |
| PMF-06 | Manejo de plantas de trituración, concreto y asfalto. |
| PMF-07 | Manejo paisajístico |
| PMF-08 | Manejo de explosivos y ejecución de voladuras subterráneas y a cielo abierto |
| Programa de Manejo del Recurso Hídrico | |
| PMF-09 | Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales |

| | | |
|--|---|--|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  Devimar SOMOS TU VÍA |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

| Código | Nombre de la Ficha |
|---|--|
| PMF-10 | Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales |
| PMF-11 | Manejo de cruces de cuerpos de agua |
| PMF-12 | Manejo de aguas superficiales |
| PMF-13 | Manejo de aguas subterráneas |
| PMF-14 | Manejo de las aguas de infiltración de los túneles |
| PMF-15 | Manejo de la captación |
| Programa de Manejo del Recurso Aire | |
| PMF-16 | Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido |
| Programa de Manejo para el Control de la Accidentalidad y Adecuación de Vías de Acceso | |
| PMF-17 | Control de la accidentalidad vial y cambios en la salud pública durante la etapa constructiva |
| PMF-18 | Manejo ambiental para la adecuación y entrega final de las vías que serán utilizadas para la construcción del proyecto |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- MEDIO BIOTICO

- Fauna

Las fichas de manejo para el medio biótico se han formulado con el fin de dar respuesta a los impactos ambientales potenciales a generarse sobre flora, fauna y ecosistemas acuáticos en el área de influencia del Proyecto, como se indica a continuación. (Tabla-36).

Tabla-36 Listado de Programas y Fichas de Manejo para el Medio Biótico

| Código | Nombre de la Ficha |
|--|---|
| Programas de Conservación de especies vegetales y faunísticas | |
| PMB-01 | Manejo de fauna silvestre |
| PMB-02 | Conservación de especies focales de fauna |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

-Flora

Las fichas de manejo de flora que se presentan están dirigidas a mitigar y prevenir un mayor impacto sobre el elemento. Las fichas de manejo incluyen por lo tanto actividades dirigidas a garantizar que las actividades afecten solamente las áreas puntuales y no trascienda el impacto a ecosistemas aledaños, que el volumen de aprovechamiento forestal se limite al volumen aprobado por la autoridad ambiental y finalmente darle un uso mejor a los subproductos de las actividades de descapote y las actividades de aprovechamiento forestal. (abla 37)

Tabla 37. Listado de programas y fichas de manejo para el componente biótico

| Programas de manejo de la cobertura vegetal | |
|--|--|
| Código | Nombre de la ficha |
| PMB-03 | Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote |
| PMB-04 | Manejo de flora |
| PMB-05 | Manejo de aprovechamiento forestal |
| PMB-06 | Manejo de revegetalización |
| Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas | |
| Código | Nombre de la ficha |
| PMB-07 | Conservación de especies vegetales, en peligro crítico o en veda |
| Programa de manejo ambiental para la protección y conservación de hábitats | |
| Código | Nombre de la ficha |
| PMB-08 | Programa de manejo ambiental para la protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016



- GESTION SOCIAL

Es de reconocer que la ejecución del proyecto en sus diferentes fases puede afectar de manera directa e indirecta a las comunidades del Área de Influencia Directa- AID debido a la alteración de algunos de los elementos que conforman su entorno, es por esto que se identifican los impactos que puedan afectar a las unidades territoriales y se proponen los programas de gestión social (ver Tabla-38) con el fin de prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos ocasionados por el desarrollo del proyecto.

Tabla-38 Listado de fichas del medio Socioeconómico

| Código | Nombre de la ficha |
|-------------------------------------|---|
| Programas componente socioeconómico | |
| PGS-01 | Programa de atención al usuario |
| PGS-02 | Programa de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto. |
| PGS -03 | Programa de vinculación de mano de obra |
| PGS -04 | Programa de información y participación comunitaria |
| PGS -05 | Programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional |
| PGS -06 | Programa de capacitación, educación y concientización de la comunidad aledaña al proyecto |
| PGS -07 | Programa de Arqueología Preventiva |
| PGS -08 | Programa de Cultura Vial |
| PGS -09 | Programa de acompañamiento a la gestión socio predial |
| PGS-10 | Programa de reasentamiento |
| PGS-11 | Programa de manejo de infraestructura de predios y de servicios públicos. |
| PGS-12 | Programa manejo equipamiento comunitario |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

| | | |
|--|---|--|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  Devimar SOMOS TU VÍA |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

El plan de seguimiento y monitoreo forma parte integral de este Estudio de Impacto Ambiental y tiene como propósito contribuir al cumplimiento de las medidas establecidas y a servir de instrumento para la toma de decisiones dentro de un marco de mejoramiento continuo en la eficiencia de las mismas medidas.

El monitoreo y seguimiento formará parte de los instrumentos de gestión ambiental y constituye un insumo para procesar los reportes del mismo sistema de gestión y los que se remitirán periódicamente a las autoridades ambientales.



Las acciones específicas del monitoreo y seguimiento se formulan a manera de fichas, aplicables a los recursos más vulnerables durante la actividad constructiva; como se ha mencionado se formula en las fichas, la Interventoría y HSE elaborará reportes durante la ejecución de cada una de las etapas del Proyecto.

- **MEDIO ABIOTICO.**

Tabla 39. Listado de Programas de seguimiento para el Medio Abiótico.

| Código | Nombre de la ficha |
|--------|---|
| SMF-01 | Monitoreo y control a los procesos erosivos u otros fenómenos ocasionados o dinamizados por el proyecto |
| SMF-02 | Manejo y almacenamiento de explosivos, materiales de construcción, uso de explosivos a cielo abierto y subterráneo y mantenimiento de talleres. |
| SMF-03 | Control a los sistemas de manejo, tratamiento y disposición de material de excavación y de sobrantes (ZODMES). |
| SMF-04 | Seguimiento a la adecuación, uso y entrega final de las vías de acceso al proyecto |
| SMF-05 | Programa de observación, auscultación y mantenimiento |
| SMF-06 | Seguimiento del recurso hídrico |
| SMF-07 | Control a los sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos |
| SMF-08 | Control de emisiones atmosféricas, calidad de aire y ruido |
| SMF-09 | Seguimiento del recurso hídrico subterráneo |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

| | | |
|--|---|---|
|  Agencia Nacional de Infraestructura | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  SOMOS TU VÍA |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

- **MEDIO BIOTICO**

Tabla 40. Listado de Programas de seguimiento para el Medio Biótico

| Código | Nombre de la ficha |
|--|---|
| Programa de seguimiento y monitoreo al programa de manejo de la cobertura vegetal | |
| SMB-01 | Seguimiento y monitoreo al programa de manejo de la cobertura vegetal |
| Programa de seguimiento y monitoreo a la conservación de especies vegetales y faunísticas | |
| SMB-02 | Seguimiento y monitoreo al programa de conservación de especies vegetales, en peligro crítico o en veda |
| SMB-03 | Seguimiento y monitoreo a los programas de manejo de fauna silvestre, Conservación de especies focales de fauna y protección y conservación de hábitats |
| Seguimiento y monitoreo a los programas de manejo del suelo | |
| SMB-04 | Seguimiento y monitoreo al programa de manejo paisajístico |
| Programa de seguimiento y monitoreo a la protección y conservación de hábitats | |
| SMB-05 | Seguimiento y monitoreo al programa de manejo ambiental para la protección y conservación de hábitats |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- **GESTION SOCIAL**

Tabla 41. Listado de fichas de seguimiento y monitoreo del medio Socioeconómico

| Código | Nombre de la ficha |
|--|---|
| Programas componente socioeconómico | |
| SGS-01 | Programa de atención al usuario |
| SGS-02 | Programa de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto. |
| SGS-03 | Programa de vinculación de mano de obra |
| SGS-04 | Programa de información y participación comunitaria |
| SGS-05 | Programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional |
| SGS-06 | Programa de capacitación, educación y concientización de la comunidad aledaña al proyecto |
| SGS-07 | Programa de Cultura Vial |
| SGS-08 | Programa de acompañamiento a la gestión socio predial |
| SGS-09 | Programa de reasentamiento |
| SGS-10 | Programa de manejo de la infraestructura de predios y de servicios públicos |
| SGS-11 | Programa manejo equipamiento comunitario |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

De acuerdo a la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015, se evaluó la tendencia del medio, teniendo en cuenta el análisis de los impactos que se puedan generar como consecuencia del proyecto. Con la tendencia del medio se pretende realizar seguimiento y monitoreo a los componentes ambientales que sean sensibles a la presencia del proyecto

MEDIO ABIOTICO

Para medir la tendencia del medio abiótico se consideraron los componentes de paisaje, agua superficial y atmósfera para los cuales se evaluarán las variables de: Calidad paisajística, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables, Turbiedad, Conductividad, Oxígeno Disuelto, pH, Grasas y Aceites, PST, SOx, NOx, CO, dBA diurna, dBA nocturna

Tabla 42 Listado de Fichas de Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio

| Nombre de la Ficha |
|--------------------|
| Agua Subterránea |
| Agua Superficial |
| Calidad de Aire |
| Presión Sonora |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

MEDIO BIOTICO

Para medir la tendencia del medio biótico se consideraron componentes como ecosistemas terrestres en los elementos de Fauna y Flora.

Tabla 43 Fichas de Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio

| Nombre de la Ficha |
|--|
| Superficie de Coberturas Naturales y seminaturales |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016



MEDIO SOCIOECONOMICO

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación de impactos, la tendencia del medio para el componente socioeconómico se realizó sobre las variables Cambios en el desplazamiento poblacional y generación de nuevos conflictos, de los elementos demográfico y político-organizativo. Dicho análisis fue realizado según la magnitud real de las alteraciones que se producen como consecuencia de la construcción de la Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente – San Jerónimo (Unidades funcionales 1 y 3).

Tabla 44 Fichas de Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio

| Nombre de la Ficha |
|---------------------------------|
| Desplazamiento Poblacional |
| Generación de Nuevos Conflictos |

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Para el Plan de desmantelamiento y Abandono se establecen actividades adecuadas para un cierre completo, planificado y efectivo de las áreas que serán afectadas temporalmente por el proyecto, para lo que se aplicarán acciones de recuperación, con el fin de llegar a obtener condiciones armónicas con el medio circundante luego de la intervención.

- **ABANDONO**

El abandono de las áreas implica el retiro y/o desmantelamiento de la infraestructura y equipos empleados, campamentos, y estructuras en general, conservando aquella que previene y controla procesos erosivos o aquella que puede ser de beneficio para la comunidad, con previo acuerdo. Posteriormente se realiza la recuperación ambiental de las áreas intervenidas.

Manejo de la zonas correspondiente a la construcción

- ✓ Abandono de áreas temporales
- ✓ Abandono de campamentos y /o zonas temporales
- ✓ Abandono de las zonaa de disposición de materiales de excavación (ZODME)

Manejo y disposición de residuos generados durante el desmantelamiento

- ✓ Manejo de residuos



Plan de revegetalización

- ✓ Obtención de material vegetal
- ✓ Adecuación del terreno para la revegetalización
- ✓ Establecimiento de cespedones
- ✓ Aplicación del sustrato

Finalmente se pretende realizar un monitoreo y seguimiento de las acciones de abandono y restauración con el fin de evaluar su efectividad y la adecuada implementación de las medidas adoptadas y en su defecto establecer en el momento de la restauración las medidas correctivas.

Lineamientos de la gestión social para la fase de abandono en la construcción

- ✓ La gestión social busca desarrollar un proceso informativo, educativo y participativo que integre a las comunidades del área de influencia directa por medio del Plan de Gestión Social para el abandono de la infraestructura e instalaciones utilizadas para la construcción del proyecto. La metodología para el proceso de información serán las reuniones y la divulgación a través de los medios usados por el proyecto.

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Finalmente se pretende realizar un monitoreo y seguimiento de las acciones de abandono y restauración con el fin de evaluar su efectividad y la adecuada implementación de las medidas adoptadas y en su defecto establecer en el momento de la restauración las medidas correctivas.

- **Presentación de los indicadores de impacto acumulativos y sinérgicos; y los resultados alcanzados con el desarrollo de plan de manejo ambiental.**

Respecto al plan de manejo ambiental se presentará un informe consolidado de los resultados de las medidas implementadas para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos significativos generados durante la etapa de construcción del proyecto, las cuales se agrupan en cuatro (4) programas y diecisiete (17) subprogramas.

El Plan de Gestión del Riesgo se realizó con el fin de identificar, valorar y priorizar los riesgos potenciales para la construcción de la segunda calzada entre el túnel de Occidente y San Jerónimo, de la unidad funcional 1 y la unidad funcional 3 del proyecto Autopista al Mar 1, y definir lineamientos básicos para la fase operativa del proyecto. Adicionalmente, el plan describe lineamientos generales que permitirán prevenir, atender y controlar adecuada y eficazmente una emergencia con el fin de minimizar los impactos negativos sobre personas, el medio ambiente y los bienes materiales.

Se realizó la caracterización general de las actividades del proyecto y de los elementos ambientales y sociales en el área de estudio, el análisis de las amenazas del proyecto hacia el medio y del medio hacia el proyecto, la evaluación cualitativa de las consecuencias sobre los elementos identificados como susceptibles o vulnerables en el área dada la manifestación de una amenaza y la definición de estrategias para la respuesta.

Mediante el análisis desarrollado para el proyecto se evidenció que el 88% de los escenarios se localizaron con un nivel de riesgo muy bajo o bajo. El 2% de los escenarios localizados en un nivel de riesgo medio corresponden en su mayoría a potenciales afectaciones a la imagen de la compañía por la manifestación de amenazas relacionadas con hurto de maquinaria, amenaza geotécnica y accidentes de tránsito durante la construcción del trazado y el túnel, que puedan ocasionar fatalidades y por ende se vean afectadas las estadísticas de accidentalidad de la compañía. Adicional, debido a procesos desencadenados por el hurto de maquinaria y material de labor se podría presentar daño ambiental asociado a eventuales derrames o afectación de coberturas.

El 7% de los escenarios se ubican en un riesgo alto donde prevalece la afectación a las personas por ocasión de riesgo biológico, amenaza geotécnica y hurto de maquinaria de labor durante las diferentes etapas del proyecto generando posible afectación al personal que labore en el proyecto y a terceros, seguida por la afectación a la imagen corporativa. Esto se podría presentar por amenazas como accidentes laborales y de tránsito.

| | | |
|--|---|--|
| | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. | |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

Para el nivel de riesgo muy alto, se evidenció un 3% de los escenarios identificados están asociados en su totalidad a lesiones personales por amenazas relacionadas con accidentes de tránsito y accidentes laborales.

Para las amenazas como accidentes de tránsito y laborales se deben diseñar e implementar medidas orientadas hacia la seguridad industrial durante el proceso de construcción y mantenimiento y medidas de tránsito, incluyendo señalización y demarcación adecuada de las áreas intervenidas, con el fin de evitar daños principalmente sobre el personal y terceros.



Frente a los riesgos generados por la delincuencia común, es indispensable trabajar articuladamente con la fuerza pública en todas las etapas del proyecto para generar alertas tempranas y reducir el riesgo. De esta manera es indispensable identificar las zonas más vulnerables a este tipo de amenaza y hacer partícipe al personal que labora de todas las medidas de seguridad que se deben adoptar, en caso de presentarse algún tipo de emergencia que afecte la seguridad del personal de cualquier funcionario informar a las autoridades competentes.

Así mismo, los riesgos asociados al abatimiento del nivel freático que se pueda llegar a presentar en la etapa de construcción de túneles son muy bajos, debido a las secuencias que presentan las formaciones de la zona, caracterizadas por una permeabilidad predominantemente baja a muy baja y al no tener porosidad primaria.

Teniendo en cuenta que las actividades constructivas del proyecto de segunda calzada entre el túnel de Occidente y San Jerónimo, enmarcado dentro del tramo Autopista al Mar I, se localiza en los Municipios de Medellín y San Jerónimo, se requiere del suministro de agua durante la etapa de construcción para el desarrollo de obras civiles. Teniendo en cuenta estos requerimientos se plantean dos opciones: como la compra del agua a acueductos de la zona y terceros licenciados, y la captación de agua superficial sobre la cuenca hidrográfica del río Aurrá y la cuenca Hidrográfica de las Quebradas La Clara y la Sucia. Bajo este escenario de acceso y uso del recurso hídrico a partir de fuentes naturales, y en cumplimiento de lo establecido en el Parágrafo del Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y del Decreto 1900 de 2006, se deberá destinar el 1% de la inversión en las acciones definidas por dicho marco normativo.

La propuesta de inversión presentada en éste documento, obedece al cumplimiento del marco normativo existente en materia de uso del recurso hídrico, respondiendo a la necesidad de captación durante la construcción del proyecto de segunda calzada entre el túnel de Occidente y San Jerónimo, el cual es objeto de licenciamiento ambiental, en consideración al tipo de obra a ejecutar y a la realización de actividades que requieren el uso del recurso hídrico, el cual será tomado de fuentes naturales.

Para ello se estableció un método que procuró identificar las líneas de inversión del 1%, como resultado de un ejercicio de relacionamiento entre las apuestas de desarrollo

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

propuestas desde el nivel regional y local en materia de agua, con las opciones planteadas por el Decreto 1900 de 2006, en materia de destinación de los recursos.

Los puntos de captación de agua superficial se localizan dentro de las siguientes cuencas:

1. Cuenca hidrográfica de las Quebradas la Clara y la Sucia: Que cuenta con Plan de Ordenamiento y Manejo, elaborado por CORANTIOQUIA y HOLOS LTDA, en el año 2003 y para la cual no se tiene resolución de adopción.
2. Cuenca hidrográfica del Río Aurrá: Para la cual el Plan de Ordenación y Manejo se encuentra en revisión y ajuste, según Resolución 040-1411-20626 de 2014 de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA, Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare – CORNARE y del Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA



El Decreto 1900 de 2006 en el artículo tercero establece que la liquidación de la inversión del 1%, se realizará con base en los siguientes costos:

- a. Adquisición de terrenos e inmuebles
- b. Obras civiles
- c. Adquisiciones y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles
- d. Constitución de servidumbres.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta el monto para la inversión del 1% calculada a partir de la estimación del costo de la construcción del proyecto de segunda calzada Túnel-San Jerónimo, el cual se estableció en \$ 808.073.118.988. De acuerdo a lo anterior, el valor de la inversión del 1% por uso del recurso hídrico asciende a \$8.080.731.189.

También se tienen en cuenta los programas desarrollados en los POMCA de las cuencas abastecedoras del proyecto y su interacción con las líneas estrategias incluidas en los instrumentos de gestión local y regional se proponen los siguientes programas y proyectos para la inversión del 1%:

1. Programa: Actualización de los Planes de Ordenación y Manejo de cuencas Hidrográficas.
 - Proyecto: Apoyo al proceso de revisión y ajuste del Plan de Ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica de los Directos Río Cauca – Río Aurrá.
2. Programa: Conservación de áreas estratégicas para la sostenibilidad de la cuenca
 - Proyecto: La adquisición y administración de predios para la conservación de áreas estratégicas y áreas de retiro de sub-cuencas:
 - Proyecto: Recuperación de áreas degradadas y restauración de las áreas definidas para tal fin en la zonificación ambiental de las cuencas.
 - Implementación de estrategias de conservación y revegetalización de las áreas nacimientos y riberas.
3. Programa de sistema de tratamiento de aguas residuales:

| | | |
|---|---|---|
|  | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. |  |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

- Proyecto: Apoyo a la conformación del sistema de tratamiento de aguas domesticas para viviendas rurales.

En consideración a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 – Estatuto Único Ambiental y los términos de referencia para proyectos viales (Resolución 0751 de 2015), se configura la necesidad de establecer un Plan de compensación por pérdida de la Biodiversidad, como consecuencia de las afectaciones ocurridas sobre la biodiversidad por el desarrollo de éste tipo de proyectos. Complementario a este marco, en la Resolución 1517 de 2012, se determinan los referentes para la formulación del citado plan, estableciendo que las acciones propuestas a efectos del licenciamiento ambiental son de carácter genérico y en consecuencia, deberán ser adaptados a la magnitud y particularidades del desarrollo del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales.

En desarrollo de este proceso, el Manual de Compensación establece los lineamientos sobre tres cuestiones básicas a resolver dentro del proceso de formulación del Plan: i) cuánto compensar en términos de área; ii) dónde compensar, con referencia a los ecosistemas equivalentes en los que se desarrollarán las acciones de compensación y iii) cómo compensar, es decir mediante qué tipo de acciones se plantea desarrollar la estrategia de compensación. En atención a estas cuestiones, se buscó cumplir con el principio de que las compensaciones se establecen para resarcir a la biodiversidad por los efectos o impactos que no pudieron ser evitados, mitigados o corregidos y que deben contribuir a garantizar la conservación efectiva de la biodiversidad.

El cálculo de las áreas de ecosistemas de posible afectación, se realizó a partir del análisis de tres insumos: i) el mapa de ecosistemas terrestres elaborado dentro del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto (Esc. 1:25.000), ii) el análisis de las afectaciones involucradas por el desarrollo de las obras inherentes al proyecto en sus diferentes etapas (según matriz de evaluación de impactos), y iii) el cruce de esta información con el área de influencia puntual (área de intervención), teniendo como resultado el área de impacto sobre los ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria. De acuerdo con lo anterior, el área objeto de compensación resultante del cruce del polígono de intervención con los ecosistemas identificados fue de 9.45 has.

Por su parte, el área total a compensar como resultado de multiplicar el número de hectáreas a intervenir en cada ecosistema natural, por su correspondiente factor de compensación, correspondió a 79.18 ha., bajo el escenario de análisis actual en el que pueden ser afectados ecosistemas como los bosques de galería o riparios, los bosques fragmentados, los arbustales densos y la vegetación secundaria alta y baja, por la ejecución de las unidades funcionales 1 y 3.

Para definir las acciones de cómo compensar, se realizó una matriz de correlación entre las opciones establecidas en el Manual de Compensación con las apuestas en materia de conservación de la biodiversidad, fijadas en los instrumentos de gestión tanto regional y

| | | |
|--|---|--|
| | CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I. | |
| | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | |
| | VERSIÓN 0.2 | |

local, de donde se seleccionaron las principales líneas de inversión, por lo que el desarrollo de las diferentes estrategias permitirían aportar de forma contundente, a las metas establecidas en materia de conservación efectiva que se buscan para la región. Complementario a lo anterior, se consultaron las normas o regulaciones que han sido establecidas a nivel regional por las autoridades ambientales para el desarrollo de las compensaciones.

Finalmente, se establecieron unas alternativas para responder a la cuestión de ¿dónde compensar?, en la que se resaltan en primera instancia las áreas protegidas existentes en la zona de influencia del proyecto y demás áreas que por su estado de conservación y coincidencia con las prioridades de conservación, deben ser mantenidas y gestionadas para el cumplimiento de estos propósitos.

Como parte de los planes complementarios a presentar a la autoridad ambiental se desarrolló el Plan de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (PAUEA) de conformidad con lo descrito en la Ley 373 de 1997, el cual incorpora una visión integral del uso eficiente del agua dentro de las actividades del proyecto de construcción de la segunda calzada, adicionalmente comprende medidas de manejo encaminadas a garantizar los principios de buenas prácticas de consumo y optimización del mismo. El programa se estructuró de la siguiente forma:

- Asignación de responsabilidades del programa de acuerdo a la organización del Proyecto.
- Descripciones de las actividades generales en las que se va aplicar el programa de ahorro y uso eficiente del agua.
- Análisis de las etapas del proyecto (Entradas y salidas del sistema)
- Medidas de manejo para el ahorro y uso eficiente del agua
- Tratamientos del recurso hídrico en el proyecto
- Monitoreos y seguimiento de calidad del recurso hídrico
- Resultados y valoración del desempeño ambiental del programa

Con la implementación del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, se pretenden plasmar los compromisos en cuanto a la política de responsabilidad social empresarial, por medio del cuidado del medio ambiente, teniendo como principios la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en este caso el recurso hídrico.

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 44 del Decreto 3930 de 2010, las personas naturales o jurídicas de derecho público o privado que desarrollen actividades industriales, comerciales y de servicios que generen vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo deberán elaborar un Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento. Dicho plan debe incluir el análisis del riesgo, medidas de prevención y mitigación, protocolos de emergencia y contingencia y

| | | |
|--|---|--|
| | <p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p> | |
| | <p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p> | |
| | <p align="center">VERSIÓN 0.2</p> | |

lineamientos de rehabilitación y recuperación.

Por tal razón, se desarrolla lo establecido en los términos de referencia (Resolución 1514 de 2012), para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV o PGRV) procedentes de las actividades constructivas y operativas del proyecto vial “Segunda calzada Túnel de Occidente - San Jerónimo”.