

**ANÁLISIS OPERATIVO Y AMBIENTAL DE LA AMPLIACIÓN
DE LA VÍA SUBA-COTA**



**ESTEFANÍA CHOQUE SÁNCHEZ
VIVIAM ALEJANDRA PARDO VILLALOBOS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
2020**

**ANÁLISIS OPERATIVO Y AMBIENTAL DE LA AMPLIACIÓN
DE LA VÍA SUBA-COTA**

**ESTEFANÍA CHOQUE SÁNCHEZ
VIVIAM ALEJANDRA PARDO VILLALOBOS**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL E INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR
LILANA SALAZAR LOPEZ
Bióloga MSC**

**CODIRECTOR
SERGIO MIGUEL GONZALEZ PALACIOS
Ing. Topográfico MSC**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
2020**

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
JUSTIFICACIÓN	19
1. OBJETIVOS	21
1.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. ALCANCE DEL PROYECTO	22
3. MARCO TEÓRICO	24
3.1 CONTEXTO VIA SUBA-COTA	24
3.2 CONTEXTO TRANSITO VIA SUBA-COTA	24
3.2.1 Proyección vehicular:	25
3.2.2 Diseño de sección transversal:	25
3.2.3. Diseño de intersecciones:	25
3.2.4. Simulación transito Software Vissim:	25
3.3. CONTEXTO AMBIENTAL DE LA VÍA SUBA-COTA	26
3.3.1 Impacto Ambiental	26
3.3.2. Aspecto Ambiental	27
3.3.3. Zonificación Ambiental	27
3.3.4. Evaluación Ambiental	27
3.3.5 Plan de Manejo Ambiental	27
4. MARCO LEGAL Y NORMATIVO	28
5. METODOLOGÍA	31
6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	34
6.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	34

6.2 AREA DE INFLUENCIA	35
6.3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	35
6.3.1. Infraestructura vial	35
6.3.2 Infraestructura existente en el área de influencia	36
6.4 LOCALIZACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y CATALOGACIÓN DE PATOLOGÍAS	37
6.4.1 Área afectada por tramo	38
6.4.2. Distribución de daños por tipo de severidad	42
6.4.3 Base de datos en el software ArcGIS	46
6.5. TRAZADO Y CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA AMPLIACIÓN	47
6.5.1 Diseño de secciones transversales	48
6.5.2 Diseño intersección vía Suba-Cota y Carrera 111	51
6.6. SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE VISSIM	55
6.6.1. Tránsito vehicular actual	56
6.6.2. Tránsito vehicular proyectado	59
6.6.3 Construcción del modelo en el software Vissim	61
6.6.4 Comparación de resultados	68
7. DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DEL ÁREA	72
7.1 MEDIO ABIÓTICO	72
7.1.1 Geología	72
7.1.2 Geomorfología	73
7.1.3 Suelo y uso de la tierra	74
7.1.4 Hidrología	75
7.1.5 Calidad de agua	76
7.1.6 Usos del agua	76
7.1.7 Hidrogeología	77
7.1.8 Geotecnia	78
7.1.9Atmósfera	79
7.1.10 Calidad de aire	80
7.1.11 Ruido	81

7.2. MEDIO BIÓTICO	82
7.2.1. Ecosistemas	82
7.2.2 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	88
7.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO	89
7.3.1. Demografía	90
7.3.2. Componente espacial	91
7.3.3 Servicios sociales	92
7.3.4 Componente económico	92
8. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	94
8.1 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	94
8.2 TIPIFICACIÓN DE LA DEMANDA AMBIENTAL	96
8.3 CONFLICTOS AMBIENTALES	97
8.4 ZONIFICACIÓN DE RIESGOS	98
8.5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL FINAL	101
9. DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	103
10. EVALUACIÓN AMBIENTAL	108
10.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	108
10.1.1. Determinación de la importancia ambiental (I)	110
10.1.2 Jerarquización de los impactos	110
10.2 ESCENARIO SIN PROYECTO	111
10.3 ESCENARIO CON PROYECTO	111
10.4 ANALISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO	120
11. PLANES DE MANEJO AMBIENTAL	127
11.1 PROGRAMA 1. MANEJO INTEGRAL DE AGUAS SUPERFICIALES	128
11.2 PROGRAMA 2. MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	129
11.2.1 Proyecto 1. Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales	129
11.2.2 Proyecto 2. Manejo de residuos especiales y/o peligrosos	132
11.3 PROGRAMA MANEJO DE FUENTES DE EMISIONES Y RUIDO	133
11.4 MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE ESCOMBROS	134

11.5 PROGRAMA MANEJO DE VEGETACIÓN	136
11.5.1 Proyecto 1. Manejo de la cobertura vegetal	136
11.5.2 Proyecto 2. Recuperación de áreas intervenidas y compensación forestal	137
11.6 PROGRAMA PROTECCIÓN DE ÁREAS SENSIBLES	139
11.7 PROGRAMA PROTECCIÓN DE FAUNA	139
11.8 PROGRAMA GESTIÓN SOCIAL	140
11.8.1 Proyecto 1. Atención e información a la comunidad	140
11.8.2 Proyecto 2. Manejo de predios en el área de influencia directa y relocalización de la población afectada	142
11.8.3 Proyecto 3. Contratación de mano de obra	143
11.8.4 Proyecto 4. Manejo de tráfico	144
12. PARTICIPACIÓN CIUDADANA	146
13. IMPACTO SOCIAL	147
14. CONCLUSIONES	148
15. RECOMENDACIONES	151
REFERENCIAS	152
ANEXOS	155

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Metodología	33
Figura 2. Localización de la zona de estudio	34
Figura 3. Sección transversal vía Suba-Cota actual	35
Figura 4. Registro fotográfico vía Suba-Cota.....	36
Figura 5. Infraestructura actual	37
Figura 6. Área afecta por tramo	40
Figura 7. Evidencia fotográfica del tramo cuatro (T4)	41
Figura 8. Evidencia fotográfica del tramo veinte (T20).....	41
Figura 9. Distribución de los daños de severidad baja por tipo de patología	43
Figura 10. Distribución de los daños de severidad Media por tipo de patología	44
Figura 11. Distribución de los daños de severidad alta por tipo de patología	45
Figura 12. Tabla de atributos-base de datos ArcGIS- online	47
Figura 13 Escenario de doble calzada de dos carriles.....	50
Figura 14. Escenario de doble calzada de tres carriles	51
Figura 15. Doble calzada dos carriles.....	54
Figura 16. Doble calzada tres carriles.....	55
Figura 17. Movimientos aforados en la intersección vía Suba-Cota con Carrera 111	56
Figura 18. Registro fotográfico del aforo	57
Figura 19. Incorporación del trazado mediante la herramienta links	61
Figura 20. Áreas de conflicto.	62
Figura 21. Composición vehicular.....	63
Figura 22. Rutas vehiculares	65
Figura 23. Posición sistema semafórico.....	66
Figura 24. Programación semafórica	67
Figura 25. Creación de nodos de evaluación.....	67
Figura 26. Simulación ampliación doble calzada con dos carriles	69
Figura 27. Microsimulación dobles calzada- tres carriles.....	71
Figura 28. Microsimulación dobles calzada- tres carriles.....	71
Figura 29. Mapa de unidades geológicas del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota.....	73
Figura 30. Mapa de geomorfología del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota	74

Figura 31. Mapa de conflictos de uso del suelo del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota	75
Figura 32. Mapa de zonificación geotécnica	78
Figura 33. Mapa de ecosistemas terrestres del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota	83
Figura 34. Mapa de ecosistemas estratégicos del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota	89
Figura 35. Capacidad de uso del suelo	95
Figura 36. Tipificación de la demanda ambiental	96
Figura 37. Identificación de conflictos ambientales	98
Figura 38. Zonificación de riesgos a deslizamientos de tierra	100
Figura 39. Zonificación ambiental	101
Figura 40. Zonificación de manejo ambiental	102
Figura 41. Representatividad de la importancia para los impactos negativos en el escenario con proyecto	121
Figura 42. Representatividad de la importancia para los impactos positivos en el escenario con proyecto	121
Figura 43. Carácter de los impactos identificados para las etapas en el escenario con proyecto	123
Figura 44. Tipo de importancia de los impactos de carácter negativo por etapas	124
Figura 45. Tipo de importancia de los impactos de carácter positivo por etapas en el escenario con proyecto	124
Figura 46. Importancia global por componente en el escenario con proyecto	125
Figura 47. Importancia global por componente en el escenario con proyecto	126

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Marco normativo asociado a la ampliación de la vía Suba-Cota.....	28
Tabla 2. Clasificación de daños encontrados en la vía Suba-Cota.....	38
Tabla 3. Criterios de clasificación de patologías por severidades.....	42
Tabla 4. Criterios de diseño para la ampliación de la vía Suba-Cota.....	48
Tabla 5. Dimensiones de la sección transversal para los escenarios doble calzada de dos carriles y doble calzada de tres carriles	50
Tabla 6. Criterios de diseño para los escenarios de la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111.....	52
Tabla 7. Dimensiones de diseño para los dos escenarios de la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111.....	53
Tabla 8. Descripción de los vehículos identificados en el aforo	57
Tabla 9. Volumen vehicular de la hora pico en la intersección vía Suba-Cota y carrera 111.....	58
Tabla 10. Datos de entrada para la simulación del tránsito en el software Vissim.....	59
Tabla 11. Proyección de tránsito para el año 2025.....	59
Tabla 12. Longitud de cola promedio (m).....	68
Tabla 13. Niveles de servicio	71
Tabla 14. Descripción de unidades geomorfológicas.....	73
Tabla 15. Balance Oferta - Demanda (m ³ /s)	76
Tabla 16. Parámetros meteorológicos	79
Tabla 17. niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire	80
Tabla 18. parámetros de calidad de aire del área de influencia directa	80
Tabla 19. Puntos de monitoreo de los niveles de ruido y promedios reportados ...	81
Tabla 20. Resultados monitoreo de ruido-CRA 106 #154A-65-Av. Ciudad de Cali	82
Tabla 21. Descripción unidades de cobertura vegetal	84
Tabla 22. Especies vegetales presentes en el área de influencia directa del proyecto	85
Tabla 23. Reptiles presentes en la sabana de Bogotá.....	87
Tabla 24. Principales especies de aves encontradas en la sabana de Bogotá.....	87
Tabla 25. Indicadores demográficos	90
Tabla 26. Componente espacial	91
Tabla 27. Servicios sociales.....	92
Tabla 28. Estructura de la propiedad	93

Tabla 29. Área ocupada por las clases de ocupación del suelo sobre el área de influencia directa de la vía Suba-Cota	95
Tabla 30. Área ocupada de cobertura vegetal e infraestructura en el área de influencia directa de la vía Suba-Cota	97
Tabla 31. Zonificación de conflictos ambientales.....	97
Tabla 32. Parametrización de las variables	99
Tabla 33. Áreas de susceptibilidad a riesgo por deslizamientos e inundaciones.	101
Tabla 34. Zonificación ambiental para el área de influencia del proyecto	101
Tabla 35. Descripción de las actividades que conforman un proyecto de ampliación	103
Tabla 36. Criterios de evaluación de impactos	108
Tabla 37. Rangos de valores de impactos negativos.....	110
Tabla 38. Rangos de valores de impactos positivos	111
Tabla 39. Evaluación ambiental escenario con proyecto	112
Tabla 40. Tipo de importancia (positiva y negativa) para los impactos en el escenario con proyecto	120
Tabla 41. Programas y proyectos de manejo ambiental	127

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 2. Patologías vía Suba-Cota “Tramo 1- Tramo 7”	155
Anexo 3. Patologías vía Suba-Cota “Tramo 8- Tramo 13”	156
Anexo 4. Patologías vía Suba-Cota “Tramo 14- Tramo 20”	157
Anexo 5. Patologías vía Suba-Cota “Tramo 21- Tramo 26”	158
Anexo 6. Patologías vía Suba-Cota “Tramo 27- Tramo 31”	159
Anexo 7. Patologías vía Suba-Cota “Tramo 32- Tramo 35”	160
Anexo 8. Diseño intersección vía Suba-Cota con Carrera 111 doble calzada dos carriles	161
Anexo 9. Diseño intersección vía Suba-Cota con Carrera 111 doble calzada tres carriles	162

RESUMEN

La vía Suba-Cota forma parte de la infraestructura vial del norte de Bogotá, que conecta la ciudad Capital con el Municipio de Cota (Cundinamarca), permitiendo el paso de personas que se movilizan mediante transporte intermunicipal, vehículos privados, rutas escolares, motos, bicicletas o de personas que transportan mercancías y alimentos en vehículos de carga pesada.

A través de los años, esta importante vía ha presentado problemas de movilidad, donde se evidencia que la demanda del tránsito es mayor a la capacidad de la infraestructura existente, generando largas filas diariamente en las horas pico, que disminuyen la velocidad de circulación de los vehículos y aumentan los tiempos de permanencia dentro de la vía. Adicional, en el kilómetro 3,5 en sentido Sur-Norte o Suba-Cota, la vía se encuentra con la carrera 111 (entrada Corpas), en donde se convierte en uno de los tramos más críticos, debido a que la intersección no cuenta con un sistema de semaforización que permita regular el tránsito, asignando el derecho de paso o prelación de los vehículos, lo cual deja en evidencia la necesidad de ampliar a una sección transversal con mayor capacidad, que mejore las condiciones del tránsito actual.

Por otro lado, esta infraestructura vial atraviesa un área catalogada como de protección ambiental donde se encuentra la Reserva Forestal Thomas Van Der Hammen, la ronda de protección del Río Bogotá y el Cerro de la Conejera. En este sentido, este proyecto de ampliación requiere contemplar un análisis ambiental que garantice el cuidado y protección de esta zona de la sabana de Bogotá.

Dado lo anterior, en el presente proyecto se realizó un análisis operativo y ambiental de las actividades que contempla la ampliación de la vía Suba-Cota. En primera instancia se hizo una localización, identificación y caracterización de las patologías encontradas en los 5,3 kilómetros de pavimento flexible, con el fin de conocer los tramos más afectados de la vía y su relación con el tráfico actual, donde se identificaron 2 tramos con porcentajes de afectación mayor al 60%. Estos resultados de localización, identificación y caracterización de las patologías se organizaron en una base de datos en el software ArcGIS, con el fin reconocer las patologías que caracterizan cada uno de los tramos analizados.

Para el diseño de la ampliación de la vía Suba-Cota se contemplaron dos escenarios, el primero con una doble calzada de dos carriles, y el segundo, con una doble calzada de tres carriles, con el propósito de simular estos dos escenarios en el software Vissim, mediante la proyección al año 2025 de un aforo de tránsito

realizado en la intersección de la vía con la carrera 111, obteniendo como mejor escenario a la sección transversal doble calzada de tres carriles debido a que ésta generó una cola promedio de 12,13 m (el espacio de 3 vehículos aproximadamente) y un nivel de servicio C.

En cuanto al análisis ambiental, se definió y delimitó el área de influencia directa del proyecto, con una distancia de 100 metros hacia el lado derecho y 100 metros hacia el lado izquierdo de la vía, para caracterizar las condiciones ambientales del medio biótico, abiótico y socioeconómico. Teniendo en cuenta esta caracterización, se realizó la zonificación ambiental obteniendo una zona de sensibilidad muy alta dentro del área de influencia directa que corresponde al Cerro La Conejara y a la ronda hidráulica del Río Bogotá.

A continuación, se evaluaron los impactos ambientales que se pueden generar en las actividades consideradas para las etapas de construcción de la ampliación de la vía Suba-Cota, por medio de la metodología Conesa Fernández, la cual permitió valorar los impactos con un método cualitativo para asignar los niveles de importancia, obteniendo como resultado 102 impactos negativos clasificados entre irrelevantes y severos, y 5 impactos positivos clasificados como importantes. Finalmente, se formularon los Planes de Manejo Ambiental para los impactos producto de la Evaluación Ambiental, donde se diseñaron medidas con actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los efectos que se generan en el desarrollo de actividades previas a la obra, actividades para la recuperación del derecho de vía y actividades de desmantelamiento y abandono.

Palabras clave: transito, patología, microsimulación, impacto ambiental, importancia ambiental, medidas ambientales, nivel de sensibilidad

ABSTRACT

The Suba-Cota road is part of the road infrastructure of northern Bogotá, which connects the capital city with the municipality of Cota (Cundinamarca), allowing the passage of people who move by inter-municipal transport, private vehicles, school routes, motorcycles, bicycles or people who transport goods and food in heavy-duty vehicles.

Over the years, this important road has presented mobility issues, where is evident that the demand for traffic is greater than the capacity of the existing infrastructure, generating long lines daily during peak hours, which decrease the speed of vehicle traffic and increase the time spent on the road. In addition, at kilometer 3.5 in the South-North or Suba-Cota direction, the road meets Carrera 111 (Corpas entrance), where it becomes one of the most critical spots because the intersection does not have a traffic light system that allows the regulation of it, assigning the right of way or priority to vehicles, which shows that is necessary to expand it to a cross-section with greater capacity, which improves the current traffic conditions.

On the other hand, this road infrastructure crosses the Thomas Van der Hammen reserve through the area defined for crops and sustainable use, where any project to expand or improve the road requires an environmental analysis that guarantees the care and protection of this area of the Bogotá savannah.

Given the above, an operational and environmental analysis of the activities involved in the expansion of the Suba-Cota road was carried out in the present project. In the first instance, a location, identification, and characterization of the pathologies found in the 5.3 kilometers of flexible pavement was carried out, in order to find out which sections of the road were most affected and their relationship with current traffic, where two sections with percentages of affectation greater than 60% were identified. These results of location, identification, and characterization of the pathologies were organized in a database in the ArcGIS software, in order to recognize the pathologies that characterize each of the analyzed sections.

Next, the environmental impacts that can be generated in the activities considered for the construction stages of the Suba-Cota road extension were evaluated, using the Conesa Fernández methodology, which allowed the impacts to be assessed with a qualitative method to assign the levels of importance, obtaining as a result 102 negative impacts classified between irrelevant and severe, and 5 positive impacts classified as important.

Finally, Environmental Management Plans were formulated for the impacts resulting from the Environmental Assessment, where measures were designed with activities aimed at preventing, mitigating, correcting, and compensating the effects generated in the development of pre-work activities, activities for the recovery of the right-of-way, and dismantling and abandonment activities.

Keywords: traffic, pathology, microsimulation, environment impact, environmental importance, environmental measures, sensitivity level

INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se proponen y evalúan posibles alternativas para la ampliación de la vía Suba-Cota como solución a la problemática de tránsito que actualmente manifiesta, el análisis para esta obra de mejoramiento se realiza desde una perspectiva ambiental y operativa.

La congestión vehicular se presenta cuando la demanda se aproxima a la capacidad de la vía, generando un incremento considerable en los tiempos de viaje comparado con la condición de baja demanda de la infraestructura transitada (Thomson & Bull, 2001). Habitualmente la fluidez de una vía se define por las intersecciones, puesto que estas al constituir un punto de encuentro entre dos o más vías, obligan a que el paso sea intermitente, lo que ocasiona un retraso en el trayecto. Así mismo, otro factor que contribuye a la congestión de las vías es el mal estado de las mismas, especialmente por la presencia de baches que representan una restricción para el tránsito (Thomson & Bull, 2001).

Para atenuar la congestión de una vía se debe aumentar la oferta de transporte, lo cual ocurre si se toman acciones sobre la vía, los vehículos o la forma de operarlos. La opción que se contempla con mayor frecuencia es la ampliación del corredor vial, tal medida descongestiona el trayecto al proporcionar mayor capacidad, estos proyectos de mejoramiento pueden incluir nuevos diseños sobre las intersecciones, cambios en los ciclos semafóricos e implementación de señalización (Bull, Congestión de tránsito el problema y cómo enfrentarlo, 2003).

En este sentido como alternativa de solución a la congestión que presenta la vía Suba-Cota se plantean escenarios de ampliación con distintas características geométricas y con ayuda de la microsimulación en el software Vissim se analizan parámetros como longitud de cola y niveles de servicio, lo que permite establecer cuál es la alternativa más viable referente a las variables mencionadas. Tomando en consideración los impactos que conlleva dicha intervención a la infraestructura vial en mención se procede a evaluarlos y a plantear lineamientos de manejo que reduzcan la afectación sobre el ecosistema de la zona. Por otro lado, se determina los tramos que muestran una condición crítica en cuanto al estado de la carpeta asfáltica.

Este documento se divide en 6 capítulos, el capítulo 1 denominado descripción del proyecto brinda un contexto de la vía Suba-Cota, partiendo de la descripción del trazado actual y de la identificación de la infraestructura del área de influencia de la

vía, luego detalla el estado de la carpeta asfáltica por medio de la identificación y catalogación de patologías. Además, se expone el diseño propuesto para la sección transversal y la intersección de la vía con la Carrera 111 y conforme al trazado planteado se determina la dinámica de tránsito para el año 2025 utilizando el software Vissim.

El capítulo 2 presenta una descripción biofísica y socioeconómica del área de estudio, en el capítulo 3 se realiza la zonificación ambiental donde se definen las unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental. El capítulo 4 consta de la identificación de los recursos naturales a demandar o afectar durante las actividades constructivas que componen la ampliación, y finalmente en el capítulo 5 y 6 se identifican los impactos derivados de la obra y se proponen los lineamientos de manejo que previenen, mitigan, controlan y compensan dichos impactos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La infraestructura vial en Colombia ha venido presentados problemas debido a una gran cantidad de factores, como la inversión, la contratación y la inadecuada gestión administrativa y ambiental. Con la actual infraestructura de transporte, el país ha agotado la capacidad de crecimiento económico y han aumentado los problemas urbanos y ambientales, dado que los modelos urbanos no favorecen el transporte público en las ciudades, ni las vías que las conectan. Del mismo modo, los planes de ordenamiento territorial no contemplan la dimensión regional y su respectiva conectividad, ni potencian el territorio para conformarlo en poblaciones ordenadas con escenarios de oportunidades.

Por otro lado, el desarrollo de las vías de transporte se describe como uno de los elementos más evidentes en el proceso de fragmentación del hábitat y reducción de la cantidad total de cobertura vegetal, así como la modificación de los patrones naturales de drenaje del terreno, cambio del curso de las corrientes de agua, elevación de niveles de ruido (decibeles), contaminación del aire, entre otros.

La vía Suba-Cota se considera como una avenida de gran importancia de acuerdo al volumen vehicular que transita por ella, para el año 2017 la Unidad de Mantenimiento Vial (UMV) ofreció los siguientes datos: en los días sábados entre las 5:00 am y las 9:00 pm se movilizan al alrededor de 24.818 vehículos, de los cuales 19.082 son carros, 3.178 motocicletas, 1.112 buses intermunicipales y 1.446 camiones. A pesar de su importancia, la vía no cuenta con las condiciones adecuadas, actualmente solo tiene dos carriles y el estado de la carpeta asfáltica es defectuosa, lo cual provoco que en el año 2017 la comunidad manifestará su inconformidad (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, Secretaria de Planeación).

Debido a lo anterior mencionado, surge la necesidad de analizar la posibilidad de ampliación de la vía Suba-Cota, ambiental y operativamente, de tal forma que se logre prevenir, minimizar, corregir o compensar los impactos generados por este proyecto y mejore las condiciones de tránsito de la vía.

JUSTIFICACIÓN

La vía Suba-Cota se ha caracterizado a través de los años por presentar problemas de movilidad que se encuentran relacionados a la baja capacidad de la infraestructura vial para recibir el alto flujo vehicular del sector, donde diariamente los usuarios se ven afectados por las largas filas que generan malas condiciones de operación en el flujo vehicular. Adicional, en el kilómetro 3,5 se encuentra la intersección con la carrera 111 donde se presencian bloqueos por parte de los usuarios a falta de un sistema de semaforización, lo cual aumenta los conflictos en la movilización de los vehículos.

Por otra parte, la ubicación geográfica de esta vía representa un área de importancia ambiental dado que se encuentra en la zona cultivos y uso sostenible de la reserva Thomas Van der Hammen, donde se debe garantizar por medio de medidas ambientales la protección y continuidad de los procesos ecológicos y sociales de la zona.

Para establecer una solución a esta problemática, en el presente proyecto se realizó un análisis de patologías en el pavimento flexible que conforma la vía Suba-Cota, donde la localización, identificación y catalogación de los daños permitieron establecer los tramos con mayor afectación y su posible relación con el tráfico actual.

En cuanto al diseño y microsimulación, se realizó en la intersección con la carrera 111 por medio de dos escenarios de ampliación para la vía Suba-Cota (doble calzada de dos carriles y doble calzada de tres carriles), donde se compararon las longitudes de cola promedio y los niveles de servicio para la vía actual y para los escenarios de ampliación, permitiendo establecer por medio de los resultados del software Vissim la mejor alternativa de ampliación (escenario doble calzada de tres carriles) donde se evidenció la mejora de las condiciones de operación del flujo vehicular, disminuyendo la longitud de cola de 27,54 metros a 12,13 metros y pasando de un nivel de servicio E a un nivel de servicio C, el cual proporciona condiciones de flujo vehicular estables para la vía Suba-Cota y una experiencia para el conductor adecuada.

Por otro lado, para garantizar la protección y continuidad de los procesos ecológicos y sociales de la zona, tras el desarrollo de las actividades que conlleva la ampliación a una doble calzada de tres carriles, se realizó un análisis ambiental donde se caracterizaron las condiciones del medio biótico, abiótico y socioeconómico del área de influencia directa, con el fin de identificar la situación actual de la zona de estudio.

Del mismo modo, se realizó la zonificación ambiental, la cual permitió identificar la estructura ecológica y las unidades ambientales de uso sostenible que se encuentran en conflicto debido a la demanda ambiental que se da en el área de influencia de la vía.

Finalmente, por medio de la evaluación ambiental se identificaron los impactos positivos y negativos que se podrían llegar a generar en las etapas de construcción para la ampliación de la vía Suba-Cota y por medio del diseño de Planes de Manejo Ambiental que incluyen medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación se garantiza la protección del medio biótico, abiótico y socioeconómico del área de influencia directa que hace parte de la reserva Thomas Van der Hammen.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar operativa y ambientalmente las actividades de la ampliación de la vía Suba-Cota.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Valorar el estado actual de la vía desde el punto de vista ambiental y operativo.
- Evaluar los impactos ambientales y problemática social derivada de las actividades ampliación de la vía.
- Proponer lineamientos de manejo para la ampliación de la vía desde el punto de vista de la mejora de la infraestructura y los parámetros ambientales.
- Proyectar la dinámica del tránsito derivada de la ampliación de la vía.

2. ALCANCE DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto se enmarca bajo las siguientes restricciones:

- La “Descripción biofísica y socioeconómica del área” del proyecto concuerda con los lineamientos establecidos en el capítulo “Caracterización del área de influencia” de los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles (2015), donde se menciona que el capítulo debe elaborarse con base a información primaria y secundaria, no obstante, para la caracterización del área de influencia de la vía Suba-Cota se empleó únicamente información secundaria dada la complejidad que conlleva la adquisición de información primaria.
- La identificación de impactos se realiza para el escenario sin proyecto y con proyecto, pero se evalúan únicamente los impactos generados por la construcción de la vía (escenario con proyecto).
- En el capítulo de zonificación ambiental la determinación de la sensibilidad ambiental aplica solo para el área de influencia directa.
- En el capítulo 4 se identifican los recursos naturales a demandar y/o afectar durante el desarrollo de las actividades constructivas; no se toman en consideración permisos, concesiones y autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos.
- El diseño de cada uno de los elementos de la intersección y de la sección transversal de la vía Suba-Cota se fundamenta en las condiciones del entorno y en el tipo de vehículos que transitan actualmente por la vía.
- Para la microsimulación en el software Vissim se ingresan los ciclos semafóricos de las señales de control ubicadas en la intersección; no se desarrolló ningún estudio para la programación de la semaforización, la secuencia de las fases de los semáforos obedece a la prelación de cada sentido de la intersección y a los tiempos que redujeron en mayor medida las demoras.

- Dada la emergencia sanitaria por la que atraviesa Colombia y el mundo a causa del coronavirus COVID-19, los lineamientos de participación ciudadana del presente proyecto se limitan a la socialización de las características técnicas de la ampliación de la vía Suba-Cota por medio de material audiovisual disponible en la plataforma YouTube, con acceso libre para toda la comunidad interesada en el proyecto.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 CONTEXTO VIA SUBA-COTA

La vía Suba-Cota pertenece al sistema vial del borde del norte del Distrito Capital, representando una de las cinco entradas más importantes a la ciudad de Bogotá, donde diariamente transitan vehículos particulares, transporte urbano e intermunicipal, rutas escolares y vehículos de carga pesada, los cuales pueden llegar a realizar cerca de 26.454 viajes desde Cota hacia Bogotá y 26.332 viajes desde Bogotá hacia Cota, según el informe “Somos un solo territorio” (Alcaldía Mayor Bogotá D.C., s.f).

De los municipios que ingresan a la ciudad de Bogotá por la zona norte, se encuentra el municipio de Cota, el cual ha aumentado 3,4 veces su perímetro urbano del año 2000 al 2010, convirtiéndose en un municipio dormitorio para las personas que laboran o estudian en la ciudad capital, pero que debido a los costos de vivienda han optado por viajar diariamente por la vía Suba-Cota, aumentando la dinámica del tránsito en horas pico y aportando a la congestión del mismo (Alcaldía Mayor Bogotá D.C., s.f).

3.2 CONTEXTO TRANSITO VIA SUBA-COTA

El tránsito de la vía Suba-Cota se caracteriza por presentar tiempos de viaje entre los 95 y los 120 minutos para un recorrido de 5,3 kilómetros aproximadamente, situación que se presenta debido a la movilización de altos volúmenes vehiculares de carros particulares, motocicletas, buses intermunicipales, camiones, bicicletas y peatones, que en horas de la mañana y tarde (horas pico) se dirigen a los colegios campestres ubicados a lo largo de la vía y a zonas de trabajo y estudio en el Municipio de Cota y en la ciudad de Bogotá (Alcaldía Mayor Bogotá, D.C., s.f).

La dinámica vehicular y el hecho de que la sección transversal actual de la vía, consta de una calzada sencilla con 6 metros de ancho, sin berma o espacio para direccionar en sentido a los colegios, generan largas filas obstruyendo el paso de los carros que transitan por los dos carriles de la vía. Adicional, en el kilómetro 3,5 se encuentra la intersección con la carrera 111, donde no se cuenta con semaforización o una adecuada señalización que organice el paso de los vehículos y evite la congestión del tránsito.

Dado lo anterior, queda en evidencia la necesidad de ampliar la sección transversal de la vía Suba-Cota, considerando los siguientes elementos de diseño:

3.2.1 Proyección vehicular:

La proyección vehicular se basa en estimar las dinámicas del tránsito para escenarios futuros, permitiendo diseñar proyectos de infraestructura que solucionen los problemas del tránsito actual y que suplan las necesidades futuras, proporcionando la premisa de diseños económicos, cómodos y seguros para los usuarios. Estos estudios, deben estimar la demanda del tránsito en un periodo no mayor a 20 años, a partir del año de entrada de funcionamiento del proyecto vial (INVIAS, 2008).

3.2.2 Diseño de sección transversal:

El diseño de la sección transversal permite establecer las dimensiones de la faja del terreno destinada a la construcción, mantenimiento y futuras ampliaciones, según la demanda del tráfico estudiada. Las dimensiones de esta sección se definen por el ancho de los elementos que la componen: calzada, berma, andenes, separador y cunetas (INVIAS, 2008).

3.2.3. Diseño de intersecciones:

Para proyectos de ampliación, donde la vía principal se intercepta con una vía secundaria, es necesario incluir dentro del diseño las características geométricas que brindan solución a la intersección, estas características se componen por elementos como: carriles de aceleración, desaceleración, isletas, carril de giro a la izquierda y abertura del separador central, los cuales deben cumplir con las dimensiones mínimas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de carreteras del INVIAS (INVIAS, 2008).

3.2.4. Simulación tránsito Software Vissim:

La simulación del tránsito es un elemento importante a considerar en el diseño de infraestructura vial, dado que a través de estos parámetros es posible conocer el comportamiento de los vehículos dentro de la red vial diseñada. Para realizar este tipo de modelos, se utilizan programas especializados en micro simulación como el software Vissim, una herramienta que simula condiciones de tránsito en diferentes entornos y con diferentes tipos de intersecciones, proporcionando resultados claves a nivel de tránsito como: volúmenes de tránsito, velocidades, tiempos de viaje, niveles de servicio del sistema y parámetros relacionados a emisiones atmosféricas (PTV GROUP, s.f.).

3.3. CONTEXTO AMBIENTAL DE LA VÍA SUBA-COTA

La vía Suba-Cota atraviesa un área que se cataloga de protección ambiental, allí se encuentra el Cerro la Conejera, la zona de ronda de protección del Río Bogotá y la zona de cultivos y de uso sostenible de la Reserva Forestal Thomas Van Der Hammen, donde los proyectos de infraestructura vial puedan llegar a generar en sus diferentes etapas de construcción efectos adversos sobre el medio ambiente, por tal motivo dichos proyectos se deben someter a Estudios de Impacto Ambiental (EIA), los cuales se diseñan con el fin de predecir los efectos potenciales y las consecuencias de éstos sobre los diferentes medios (biótico, abiótico y socioeconómico) (Conesa Fernandez, 2010).

De acuerdo con Arboleda (2008), por medio de un EIA se puede lograr que proyectos de gran magnitud, como la construcción de infraestructura vial, se desarrollen en el marco de las prácticas sostenibles, conociendo los impactos ambientales en las etapas tempranas del desarrollo del proyecto y no después de que se materialicen.

En este sentido, para identificar los impactos positivos y negativos que la construcción de una obra de infraestructura vial puede generar sobre la calidad del medio ambiente y sobre la salud y la seguridad humana, se utilizan metodologías de evaluación ambiental que permiten obtener los criterios para formular Planes de Manejo Ambiental con medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos.

Por lo tanto, en la formulación de un Estudio de Impacto Ambiental se deben considerar los siguientes elementos:

3.3.1 Impacto Ambiental

Un impacto ambiental se presenta como consecuencia de un proyecto, actividad, ley o disposición administrativa con implicaciones ambientales que alteran de manera favorable o desfavorable el medio. De este modo, el impacto se ve representado como la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado con las acciones de un proyecto o actividad y la situación del medio ambiente futuro tal y como habría evolucionado sin la presencia del proyecto o actividad (Conesa Fernandez, 2010).

3.3.2. Aspecto Ambiental

El Aspecto Ambiental se encuentra definido por la ISO 14001 como “un *elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el ambiente*” (ICONTEC, 2015) .

3.3.3. Zonificación Ambiental

La zonificación Ambiental es la organización que surge del análisis de la información que constituye el diagnóstico del estado del ambiente, señalando según sus características de uso potencial del suelo y uso actual del suelo, las áreas que se encuentran en conflicto, las áreas de uso sostenible y las áreas susceptibles a riesgos ambientales (Márquez Calle, s.f).

3.3.4. Evaluación Ambiental

La Evaluación Ambiental es una herramienta del Estudio de Impacto Ambiental que permite estimar la severidad de los impactos que se generan como consecuencia de las actividades de un proyecto. De este modo, por medio de criterios técnicos basados en el efecto de las actividades sobre el medio biótico, abiótico y socioeconómico se puede establecer la viabilidad ambiental de un proyecto (Conesa Fernandez, 2010).

3.3.5 Plan de Manejo Ambiental

Según el Decreto 2820 de 2010, el Plan de Manejo Ambiental es “*el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad*” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) .

4. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

El marco legal y normativo aplicable al presente proyecto consta de la reglamentación inherente al uso de los recursos naturales, a través de las siguientes leyes, resoluciones y decretos presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Marco normativo asociado a la ampliación de la vía Suba-Cota

No	Norma Técnica			Fecha de aprobación	Temática
	Entidad emisora	Identificación	Título		
1	Congreso de la república	Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones	22/12/1993	Política Ambiental Colombiana
2	Ministerio del Medio Ambiente	Resolución 584 de 2002	Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se adoptan otras disposiciones.	26/06/2002	Diversidad biológica
3	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.	7/04/2006	Ruido
4	Ministerio de transporte	Resolución 4959	Por la cual se fijan los requisitos y procedimientos para conceder los permisos para el transporte de cargas indivisibles extrapesadas y extradimensionadas y las especificaciones de los vehículos destinados a esta clase de transporte	8/11/2006	Permisos de transporte
5	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 1559 de 2009	Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de segundas calzadas en terreno plano a semiondulado.	12/08/2009	Términos de referencia para elaboración de EIA

6	Congreso de la república	Artículo 7 de la Ley 1682 de 2013	Las entidades públicas y las personas responsables de la planeación de los proyectos de infraestructura de transporte deberán identificar y analizar integralmente durante la etapa de estructuración, la existencia en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, los aspectos de infraestructura social.	22/11/2013	Infraestructura social del área de influencia directa e indirecta del proyecto
7	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Capítulo 3 de Decreto 1076 de 2015	Por el cual establecen las disposiciones generales de licencias ambientales.	26/05/2015	Licencias Ambientales
8	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 751 de 2015	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental (EIA), requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos.	26/03/2015	Contenido del EIA
9	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	07/03/2015	Vertimientos
10	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1076 de 2015	Por el cual se compila y racionaliza las normas de carácter reglamentario para el cumplimiento de los objetivos generales del país	26/05/2015	Normas de carácter ambiental
11	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 472 de 2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones	05/03/2017	Residuos Especiales
12	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 2254 de 2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones	01/11/2017	Aire
13	Ministerio de Ambiente y	Decreto 1090 de 2018	Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015. Decreto Unico Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo	58/06/2018	Uso Eficiente y Ahorro de agua

	Desarrollo Sostenible		Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de agua y se dictan otras Disposiciones		
--	-----------------------	--	--	--	--

Fuente: Los Autores

5. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el desarrollo de este proyecto está basada en lo estipulado en la legislación colombiana, que refiere el documento “Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales” del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (ANLA, 2018), en “Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA, en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles” del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (ANLA, 2015), en “Manual para la inspección de pavimentos flexibles” (INVIAS y Universidad Nacional, 2006) Y en “Manual de diseño geométrico de carreteras” (INVIAS, 2008)

La metodología se enmarca en el desarrollo de las siguientes fases:

Fase I: Análisis al marco legal

En el análisis del marco legal se tuvo en cuenta la legislación vigente para proyectos viales, con el fin de determinar el alcance del proyecto en términos normativos.

Fase II: Descripción del proyecto

Teniendo en cuenta los lineamientos del manual para la inspección de pavimentos flexibles, la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales y los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, se definió el proyecto, tomando como base:

1. **Localización de la zona de estudio:** La localización geográfica y político-administrativa (departamental y municipal) se presentó de manera esquemática, por medio de un mapa georreferenciado en coordenadas planas (datum magna sirgas).
2. **Infraestructura existente:** Se identificó y analizó integralmente la existencia de infraestructura relacionada con los aspectos contemplados en el artículo 7 de la ley 1682 de 22 de noviembre de 2013, esta información se presentó en planos a escala 1:30.000.
3. **Localización, identificación y catalogación de patologías:** Este ítem se llevó a cabo tomando como base el Manual para la Inspección de Pavimentos Flexibles del INVIAS y la Universidad Nacional, donde se utilizó un GPS para localizar los daños presentes en la vía Suba-Cota. Posteriormente, por medio del registro fotográfico y de los datos tomados en campo, se realizó una base de datos en el software ArcGIS con la identificación y la catalogación de las

patologías encontradas a lo largo de la vía Suba-Cota. Estos resultados se presentaron en 6 planos a escala 1:5.000.

4. **Trazado y características geométricas para la ampliación de la vía Suba-Cota:** En este ítem se diseñaron dos alternativas de ampliación para la vía Suba-Cota, la primera con una sección transversal doble calzada de dos carriles y la segunda con una sección transversal doble calzada de tres carriles. De igual modo se diseñó la intersección con la carrera 111(entrada Corpas) bajo los criterios establecidos en el Manual de diseño geométrico del INVIAS
5. **Simulación en el software VISSIM:** En este ítem se realizó la microsimulación en el software del tránsito actual, donde los datos de entrada correspondieron a un aforo realizado directamente en la intersección de la vía Suba-Cota con carrera 111(entrada Corpas). De igual modo, se simularon las dos alternativas de la ampliación con el tráfico proyectado al año 2025, con el fin de conocer el escenario con mejor fluidez vehicular.

Fase III: Línea de base ambiental

La construcción de la línea base ambiental se fundamentó en la definición, identificación y delimitación del área de influencia directa con condiciones ambientales como clima, geología, geomorfología, suelos, flora, fauna, hidrología y el componente social.

Fase IV: Zonificación ambiental

Teniendo en cuenta el trazado de la vía y los resultados de la línea base ambiental se procedió a hacer la zonificación ambiental. Se realizó una cartografía de los conflictos ambientales y los riesgos para el área de estudio y luego se cruzaron las áreas identificadas estableciendo la sensibilidad del área de influencia para la ampliación de la vía Suba-Cota.

Fase V: Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

En este ítem se identificaron los recursos naturales que podrían ser demandados y/o afectados, así como los aspectos ambientales generados por las actividades de construcción de la ampliación de la vía Suba-Cota.

Fase VI: Evaluación y calificación ambiental

Este ítem se fundamentó en la identificación de los impactos en el escenario “sin proyecto” y en la identificación y evaluación de los impactos en el escenario “con” proyecto por medio de la metodología Conesa Fernández, donde se asignó un nivel de importancia a cada uno de los impactos identificados en las etapas de construcción del proyecto.

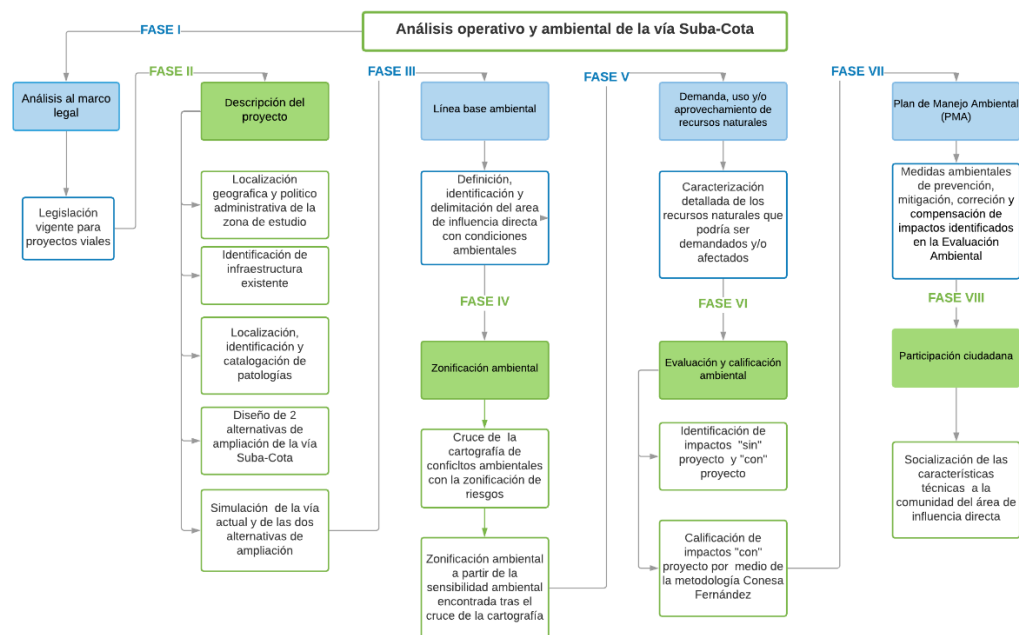
Fase VII: Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Los Planes de Manejo Ambiental se formularon a partir de los impactos identificados en la Evaluación Ambiental, estableciendo 13 fichas con medidas ambientales de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos que se pueden generar en el medio biótico, abiótico y socioeconómico.

Fase VIII: Participación ciudadana

Los lineamientos de participación ciudadana se realizaron por medio de la socialización de las características técnicas de la ampliación de la vía Suba-Cota a través de material audiovisual disponible en la plataforma de YouTube.

Figura 1. Metodología



Fuente: Los autores

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

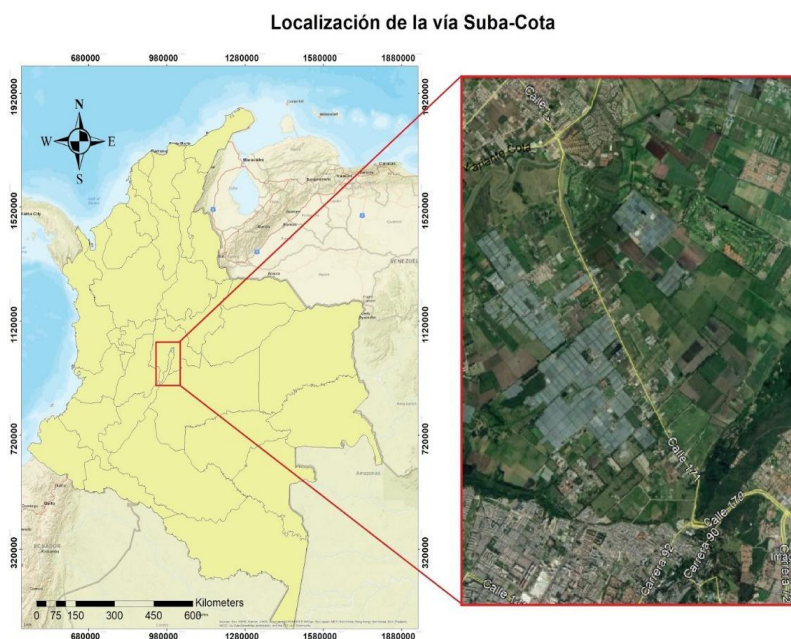
6.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La ampliación de la vía Suba-Cota (calle 171) o Avenida La Conejera, se realiza entre la localidad de Suba (Bogotá) y el municipio de Cota (Cundinamarca), iniciando en la calle 170 con carrera 92 en el suroccidente de la localidad de Suba, interceptando en el kilómetro 3,5 con la carrera 111 (entrada Corpas) y finalizando en la variante Cota en la parte oriental del municipio de Cota.

Esta vía se caracteriza por la presencia de colegios campestres, campos de recreación, zonas de cultivos, restaurantes y por el tránsito constante de vehículos de carga.

En la figura 2 se visualiza la ubicación geográfica de la vía Suba-Cota.

Figura 2. Localización de la zona de estudio



Fuente: Google Earth, 2020

6.2 AREA DE INFLUENCIA

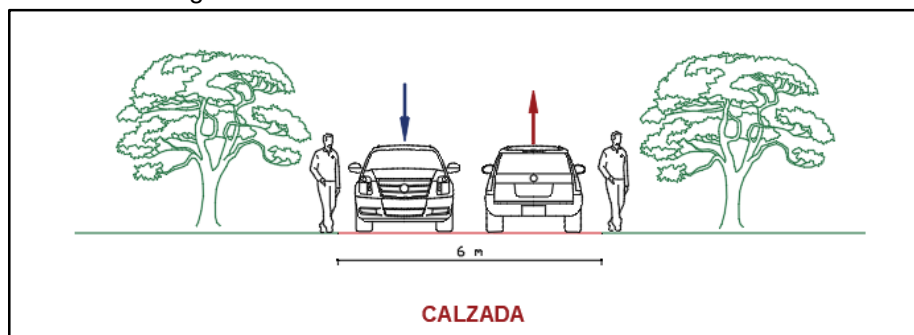
Para efectos de la ampliación de la vía Suba-Cota, se contempló como área de influencia directa al sector donde se van a ejecutar las actividades propuestas en las diferentes etapas de construcción del proyecto, dado que este es el sector que se encuentra directamente relacionado con la generación de impactos ambientales sobre el medio biótico, abiótico y socioeconómico; por tal razón se considera una franja de 200 metros de ancho, 100 metros a cada lado del eje de la vía, donde se incluye en el análisis ambiental las zonas de cultivos, tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo y ecosistemas sensibles.

6.3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

6.3.1. Infraestructura vial

La vía Suba-Cota forma parte del sistema arterial complementario, según el POT de Bogotá (Decreto 190 de 2004, artículo 177); posee una longitud aproximada de 5.334 metros lineales y un ancho de 6 m, que comienza en la variante Cota hasta terminar en la calle 170 con carrera 92 en Suba; presenta una sección relativamente homogénea, con un tipo de terreno plano y una calzada de dos carriles, los cuales no cuentan con cicloruta, andén o berma. Sin embargo, esta calzada soporta el tráfico ocasionado por el transporte público, privado y de carga. En la Figura 3 se presenta la sección transversal de infraestructura vial existente:

Figura 3. Sección transversal vía Suba-Cota actual



Fuente: Los Autores

En la Figura 4 se observa la sección transversal actual de la vía Suba-Cota

Figura 4. Registro fotográfico vía Suba-Cota

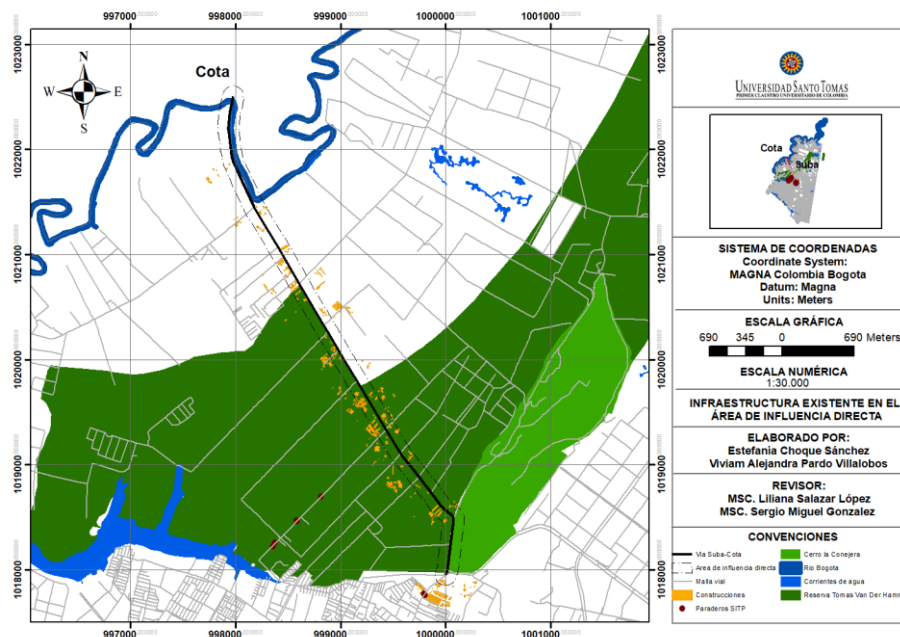


Fuente: Los Autores

6.3.2 Infraestructura existente en el área de influencia

En la figura 5 se visualiza la distribución espacial de la infraestructura existente en el área de influencia directa que puede ser utilizada o modificada durante el desarrollo de las actividades de la ampliación. Entre la infraestructura identificada se encuentran construcciones como restaurantes, colegios y canchas de fútbol, también hay presencia de áreas protegidas como lo son la Reserva Forestal Tomas Van Der Hammen, el Cerro la Conejera y la Ronda del Rio Bogotá y por último se evidencia la infraestructura vial que intersecta la vía. Cabe resaltar que la Reserva Tomas Van Der Hammen en la mayor parte del tramo de estudio se destina para un uso agropecuario bajo el acuerdo 011 del 2011 y el acuerdo 22 del 2014.

Figura 5. Infraestructura actual



Fuente: Los autores

6.4 LOCALIZACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y CATALOGACIÓN DE PATOLOGÍAS

El estudio de patologías en la vía Suba-Cota se realiza con el fin de valorar el estado actual de la vía desde el punto de vista operativo y de conocer los agentes externos al diseño de la vía actual que generan puntos de conflicto vehicular a lo largo de la vía estudiada. Para ello, el reconocimiento de auscultaciones de la estructura de pavimento flexible que conforma la vía Suba-Cota se basa en el “Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles” del INVIAS.

Para iniciar, la longitud total de la vía que consta de 5334,56 metros, se dividió en treinta y cuatro (34) tramos de 150 metros y en un (1) tramo de 84,56 metros, con el fin de establecer la severidad por daño (baja, media, alta), el porcentaje de área afectada por tramo y el porcentaje de área afectada del total de la vía.

El abscisado y las longitudes se tomaron sentido Sur-Norte, es decir sentido Suba-Cota y la ubicación de los daños se realizó con ayuda de un GPS con el fin de construir una base de datos en el software ArcGIS, que permita la ubicación espacial y la descripción de las fallas según la metodología INVIAS.

6.4.1 Área afectada por tramo

Por medio de los resultados obtenidos de la inspección visual de daños para la estructura de pavimento flexible de la vía Suba-Cota según la metodología INVIAS, se identificaron ocho tipos de daños presentes en los diferentes tramos asignados a lo largo de la vía.

La Tabla 2 presenta la clasificación de los daños encontrados en los diferentes tramos que componen la vía Suba-Cota:

Tabla 2. Clasificación de daños encontrados en la vía Suba-Cota

Patología	Descripción	Causa	Imagen
Fisura de bloque (FB)	Este tipo de daño corresponde a una división en forma de bloques rectangulares en la carpeta asfáltica.	Se presenta debido a la variación de temperaturas en el día y la noche, ocasionando un envejecimiento del asfalto.	
Fisura longitudinal (FL)	Este tipo de daño corresponde a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito. Indica que los esfuerzos de tensión son mayores a la resistencia del material que conforma la estructura del pavimento	-Se presenta por fatiga en la estructura del pavimento, se evidencia en las huellas del tránsito. -Se presenta debido a la rigidización de la mezcla asfáltica por el envejecimiento del asfalto	
Fisura Transversal (FT)	Este tipo de daño corresponde a discontinuidades en la carpeta asfáltica en el sentido transversal del tránsito	-Se presenta debido a la rigidización de la mezcla asfáltica por el envejecimiento del asfalto	

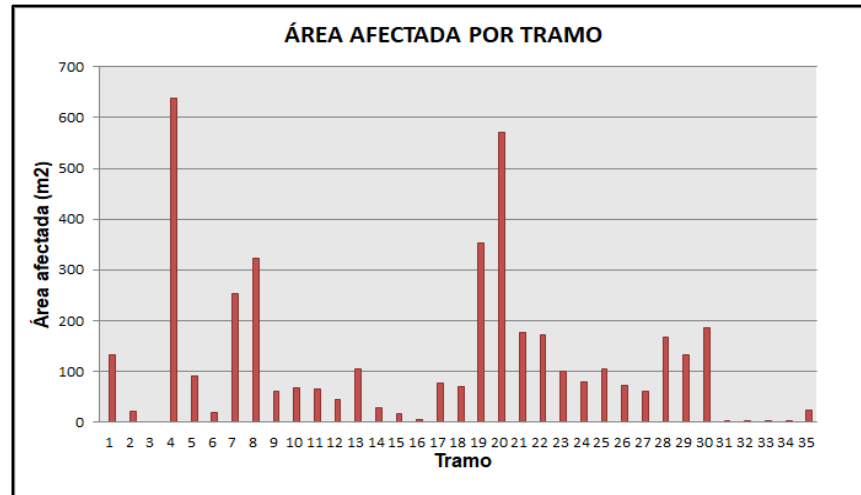
Hundimiento (HUN)	Este tipo de daño corresponde a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.	-Asentamiento de la subrasante -Deficiencia en la compactación de las capas que conforman el pavimento. -Circulación de tránsito muy pesado	
Bache (BCH)	Este tipo de daño corresponde a la desintegración total de la carpeta asfáltica, exponiendo los materiales granulares.	Se debe principalmente por la retención de agua en zonas fisuradas que con la acción del tránsito generan deformaciones y deterioran el tránsito	
Piel de cocodrilo (PC)	Son fisuras que se encuentran conectadas con patrones irregulares y se localizan en zonas que presentan repeticiones de carga. La fisuración suele iniciarse en el fondo de la estructura del pavimento y se expande a la carpeta asfáltica	-Espesor de estructura insuficiente. -Deformación de la subrasante. -Envejecimiento de asfalto. -Reparaciones mal ejecutadas.	
Descascaramiento (DC)	Es el desprendimiento de la parte superior de la carpeta asfáltica, sin exponer los materiales granulares	-Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica. -Riego de liga deficiente.	
Parche (PCH)	Son las áreas del pavimento que fue removido y reemplazado por un material similar con el fin de reparar la estructura del pavimento asfáltico.	-Procesos constructivos deficientes. -Progresión del daño inicial. -Propagación de daños existentes en las áreas aledañas al parche.	

Fuente: Los Autores basado en: Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles (UNAL & INVIAS, 2006)

Una vez localizados, identificados y clasificados los daños para cada uno de los tramos asignados, se procedió a calcular el total de las áreas afectadas de la estructura de pavimento asfáltico de la vía Suba-Cota, por medio de la cuantificación

de las áreas correspondientes a los daños encontrados según los tramos definidos por el abscisado (ver anexo 1), obteniendo como resultado la figura 6:

Figura 6. Área afecta por tramo



Fuente: Los Autores

De acuerdo con los resultados, se puede visualizar en la figura 6 que los tramos más afectados de la vía corresponden al tramo cuatro (T4), localizado desde la abscisa k0+600 hasta la abscisa K0+750 y el tramo veinte (T20) que se encuentra localizado desde la abscisa K2+850 hasta la abscisa K3+000.

El tramo cuatro (T4), consta de un área afectada de 638,23 m² de un área total de 900 m², representando el 70,91% de área afectada respecto al tramo, con presencia de daños como baches generados por la evolución de otros daños y por el derrame de materiales de construcción ocasionado por camiones mezcladores de concreto; fisuras longitudinales y fisuras de bloque que pueden estar relacionadas a cambios de temperaturas en la sabana de Bogotá y a problemas de fatiga en zonas de carga, producto de la retención del tránsito que genera el semáforo de la intersección Carrera 92 y Avenida la Conejera (vía Suba-Cota), donde se presentan colas desde la abscisa k0+000 hasta la abscisa k0+700 aproximadamente. Adicional, la retención del tránsito también es generada por los puntos de parada escogidos por la comunidad para acceder al transporte público y por la entrada y salida de buses escolares que se dirigen a los colegios campestres ubicados a lo largo de la vía.

A continuación, se presenta, evidencia fotográfica de los daños más relevantes encontrados en el tramo cuatro (T4):

Figura 7. Evidencia fotográfica del tramo cuatro (T4)

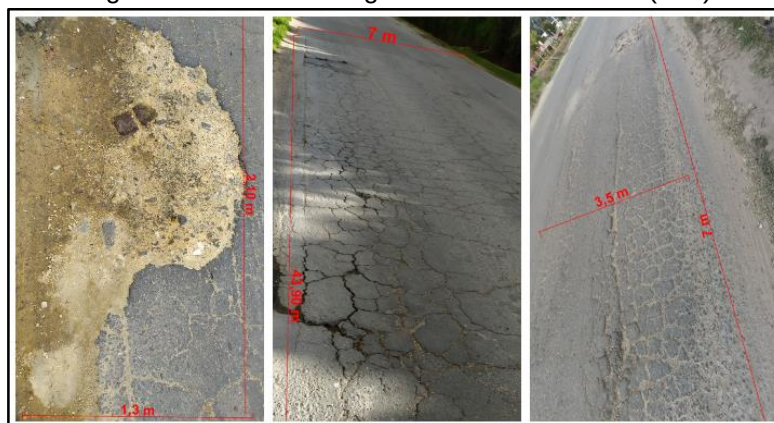


Fuente: Los autores

El tramo veinte (T20) consta de un área afectada de 571,94 m² representando el 63,55% respecto a un área total de 900 m², con presencia de daños como fisuras de bloque, fisuras longitudinales, baches, piel de cocodrilo, descascaramiento y parches que pueden estar relacionados a fallas estructurales en el pavimento flexible del tramo y a la exposición de cargas del tránsito que queda retenido en esta zona cuando se presentan problemas de movilidad en la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111.

A continuación, se presenta evidencia fotográfica de los daños más relevantes encontrados en el tramo veinte (T20):

Figura 8. Evidencia fotográfica del tramo veinte (T20)



Fuente: Los Autores

Por último, el área total afectada de la vía es de 4.205,79 m² representando un 13,52% respecto a un total de área inspeccionada de 31.107 m². Este resultado se debe a que los tramos 3,16,31,32,33 y 34 evidencian un mantenimiento reciente de la estructura de pavimento asfáltico por medio de parcheo, reparación de fisuras y cambio de la carpeta asfáltica. Sin embargo, en estos tramos siguen presentando daños como piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y fisuras transversales que se encuentran directamente relacionados a esfuerzos de tensión en algunas capas de la estructura mayores a la resistencia del material que conforma la estructura del pavimento.

6.4.2. Distribución de daños por tipo de severidad

Para el análisis de patologías de la vía Suba-Cota se catalogaron cada uno de los daños con diferentes severidades (alta, media y baja) según el “Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles” del INVIAS, en el cual se especifican las siguientes características de clasificación, tabla 3

Tabla 3. Criterios de clasificación de patologías por severidades

PATOLOGÍA	SEVERIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
Fisura longitudinal (FL)	Abertura < 1 mm	Abertura entre 1 y 3 mm	Abertura > 3 mm
Fisura Transversal (FT)	Abertura < 1 mm	Abertura entre 1 y 3 mm	Abertura > 3 mm
Fisura de bloque (FB)	Abertura < 1 mm sin desportillamiento en los bordes	Abertura entre 1 y 3 mm con algún grado de desportillamiento en los bordes	Abertura > 3 mm con alto grado de desportillamiento en los bordes
Hundimiento (HUN)	Profundidad < 20 mm	Profundidad entre 20 y 40 mm	Profundidad > 40 mm
Bache (BCH)	Profundidad < 25 mm	Profundidad entre 25 y 50 mm que deja expuesta la base	Profundidad > 50 mm que llega a afectar la base granular
Piel de cocodrilo (PC)	Fisuras longitudinales paralelas con aberturas menores a 3 mm	Fisuras con patrones de polígonos pequeños y angulosos con aberturas entre 1 y 3 mm	Fisuras con desportillamiento y aberturas mayores a 3 mm
Descascaramiento (DC)	Profundidad < 10 mm	Profundidad entre 10 y 25 mm	Profundidad > 25 mm

Parche (PCH)	Parche en muy buena condición que desempeña satisfactoriamente	Parche que presenta daños de severidad baja o media y deficiencia en los bordes	Parche que presenta daños de severidad alta que se encuentra gravemente deteriorado
--------------	--	---	---

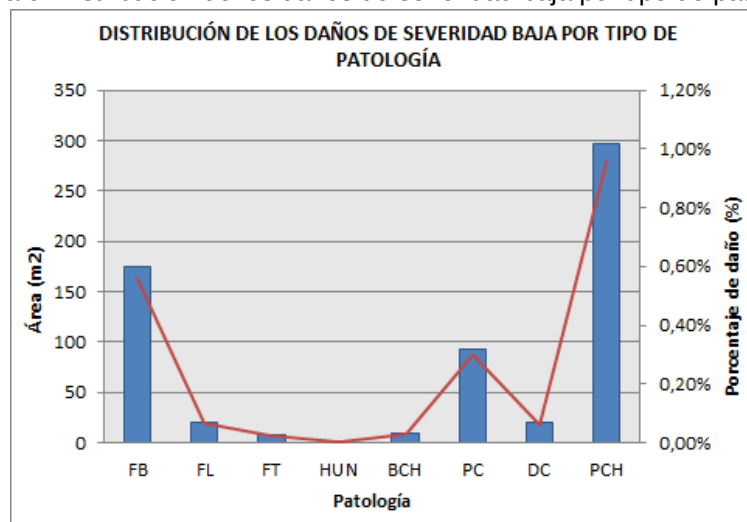
Fuente: Los Autores basado en: Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles (UNAL & INVIAS, 2006)

De acuerdo con los resultados obtenidos de la localización, identificación y catalogación de las patologías encontradas en los 35 tramos asignados a la vía Suba-Cota se obtuvieron las siguientes gráficas de distribución de daños de severidad por tipo de patología:

- **Distribución de los daños de severidad baja por tipo de patología**

La figura 9 consta del análisis de áreas afectadas y porcentaje de daño respecto al total del área inspeccionada para la clasificación de severidad baja de los ocho tipos de patologías encontradas a lo largo de la vía Suba-Cota.

Figura 9. Distribución de los daños de severidad baja por tipo de patología



Fuente: Los Autores

De acuerdo con los resultados, se puede visualizar en la figura 9 que los daños de severidad baja que predominan a lo largo de la vía Suba-Cota son las reparaciones con parches que actualmente se encuentran en buen estado, representando el

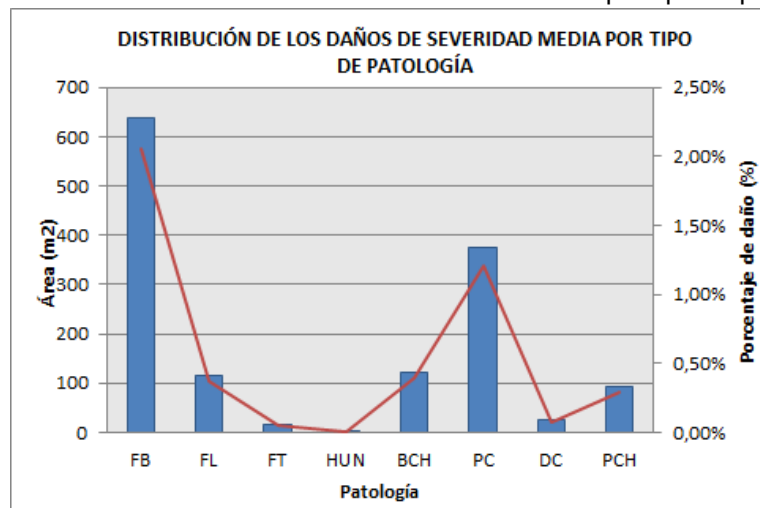
0,95% del área total de la vía; seguido por las fisuras de bloque con un porcentaje de área afectada del 0,56% y piel de cocodrilo con un porcentaje de 0,3%. Por otro lado, los daños con menor representación de severidad baja, corresponden a fisuras longitudinales con un porcentaje de afectación de 0,07%, descascaramiento con un porcentaje de 0,06% y por último baches y hundimientos que representan el 0,03 y el 0,0002% respectivamente.

En este sentido, por medio de la inspección visual y de la cuantificación de los daños de severidad baja se logró establecer que en su mayoría las zonas con este tipo de daños se caracterizan por tener fisuras de bloque, longitudinales y piel de cocodrilo con dimensiones que varían entre los 0,3 y los 40 m², generados principalmente por problemas estructurales y por la constante exposición de vehículos de carga.

- **Distribución de los daños de severidad media por tipo de patología**

La figura 10 consta del análisis de áreas afectadas y porcentaje de daño respecto al total del área inspeccionada para la clasificación de severidad Media de los diferentes tipos de patologías encontradas a lo largo de la vía Suba-Cota.

Figura 10. Distribución de los daños de severidad Media por tipo de patología



Fuente: Los Autores

En la figura 10 se puede visualizar que los daños con mayor área afectada de severidad media a lo largo de la vía corresponden a fisuras de bloque con un porcentaje de 2,05% del total del área inspeccionada, seguido por el daño piel de cocodrilo que representa el 1,21% y bache con un porcentaje de 0,4%. En cuanto a los daños con menor presencia de área afectada de severidad media se encuentran las fisuras longitudinales que representan un porcentaje de área de 0,37%, seguido

de parches con un porcentaje de 0,29%, descascaramiento con un porcentaje de 0,08%, fisuras transversales que representan el 0,05% y por último se encuentran los hundimientos con una presencia del 0,001% del total del área de la vía Suba-Cota.

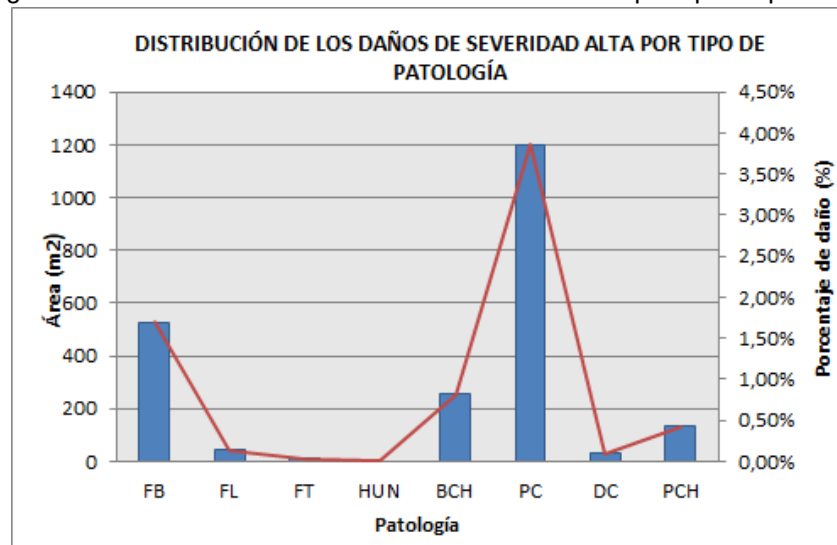
Adicional, los daños con mayor área afectada de severidad media se caracterizan por tener áreas entre 1 y 138 m². Las causas de estos daños pueden estar relacionadas principalmente a la contracción del pavimento asfáltico por los cambios de temperaturas que se presentan durante el día en la sabana de Bogotá, a fallas estructurales en la estructura del pavimento asfáltico y a la exposición constante de vehículos de carga.

Por otro lado, los daños de severidad media aportan a la retención del tránsito al tener áreas significativas respecto al área total de la vía ocasionando la disminución de la velocidad de operación de los vehículos con el fin de evitar los daños o sobrepasarlos de manera segura y cómoda.

- **Distribución de los daños de severidad alta por tipo de patología**

Por medio de la cuantificación de las áreas afectadas se obtuvo la gráfica de distribución de daños de severidad alta por tipo de patologías, donde se analiza el área afectada y el porcentaje de daño para las patologías encontradas a lo largo de la vía Suba-Cota, figura 11.

Figura 11. Distribución de los daños de severidad alta por tipo de patología



Fuente: Los Autores

De acuerdo con los resultados, se puede visualizar en la figura 11 que los daños con mayor presencia de severidad alta a lo largo de la vía corresponden a daño por piel de cocodrilo con un porcentaje de área de 3,86% respecto al área total de la vía, seguido por el daño fisura de bloque representado con un porcentaje de 1,69% y por los daños bache y parche que son el 0,82 y el 0,43% respectivamente. En cuanto a los daños con menor presencia de área afectada de severidad alta, se encuentra el daño por fisura longitudinal con un porcentaje de 0,14%, el daño por fisura transversal representado con un porcentaje del 0,03% y el daño por descascamiento con un porcentaje de 0,10%.

En este sentido, los daños de severidad alta con mayor presencia en la vía Suba-Cota se caracterizan por tener áreas entre 1 y 400 m² que han sido generadas principalmente por la evolución de otros daños, derrames de materiales de construcción, fallas estructurales del pavimento asfáltico y por la exposición de vehículos de carga.

Finalmente, los daños de severidad alta al igual que los daños de severidad media aportan a la retención del tránsito debido a la magnitud de áreas que deben ser evitadas o sobrepasadas con una velocidad de operación menor a la velocidad transitada en tramos que se encuentran en buenas condiciones.

6.4.3 Base de datos en el software ArcGIS

La base de datos del presente proyecto consta del almacenamiento de la información recolectada en campo en el software de información geográfica ArcGIS, donde se presenta de manera sistemática la evidencia fotográfica, ubicación geoespacial y la caracterización de las patologías encontradas a lo largo de la vía Suba-Cota según su tipo, severidad, área afectada y tramo correspondiente de la vía.

De este modo, por medio de la base de datos se construyeron seis mapas donde se presentan los daños encontrados en campo, para los 35 tramos de la vía Suba-Cota según su clasificación y severidad (Ver anexo 2-7)

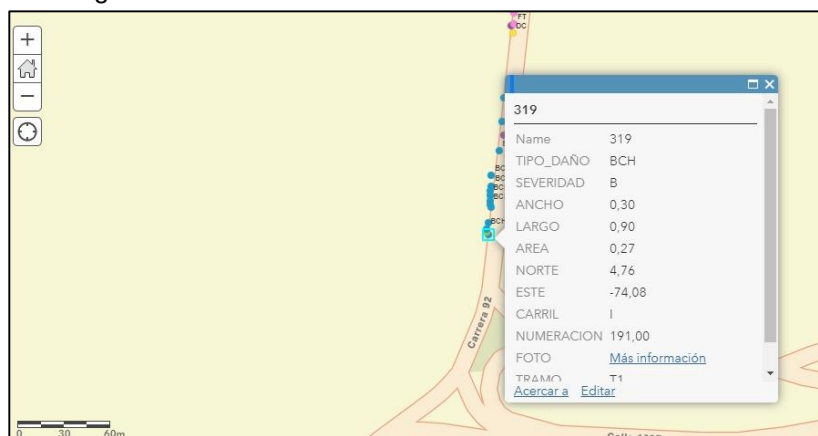
Para el fácil acceso a la base de datos se empleó el sistema de administración y uso compartido de contenido SIG, ArcGIS online, donde se encuentra compartida y habilitada la información de la base de datos construida en el presente proyecto

junto a la evidencia fotográfica para cada uno de los daños identificados, localizados y catalogados a lo largo de la vía Suba-Cota (figura 12).

Enlace de base de datos ArcGIS online: <https://arcg.is/G0vDS>

Es importante mencionar que debido al alto tránsito vehicular de la vía se dificulto la toma de la ubicación geoespacial exacta de las patologías, por ello la localización de los puntos observados en el link anterior no coincide con la ubicación real sobre la sección transversal de la vía.

Figura 12. Tabla de atributos-base de datos ArcGIS- online



Fuente: Los autores

6.5. TRAZADO Y CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA AMPLIACIÓN

El diseño de la ampliación de la vía Suba-Cota contempla dos (2) escenarios de diferentes dimensiones y características geométricas con el objetivo de establecer por medio de la simulación del tráfico en el software Vissim la mejor alternativa para el flujo vehicular proyectado.

Los diseños realizados constan de dos secciones transversales; la primera está conformada por una estructura doble calzada de dos carriles y la segunda se encuentra conformada por una estructura de doble calzada de tres carriles.

6.5.1 Diseño de secciones transversales

- **Criterios de diseño de secciones transversales**

El diseño de las secciones transversales propuestas en el presente proyecto (doble calzada con dos carriles y doble calzada con tres carriles) se basa en los parámetros de diseño geométrico de corredores viales establecidos en la “*Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá*” del IDU y en el “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras” del INVIAS.

La tabla 4 presenta los criterios utilizados para el diseño de los dos escenarios de secciones transversales considerados para el análisis operativo de la ampliación de la vía Suba-Cota:

Tabla 4. Criterios de diseño para la ampliación de la vía Suba-Cota

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CRITERIO	INSTITUCIÓN
Velocidad de operación	Es la velocidad con la que un vehículo puede circular sin verse afectado por las condiciones de tránsito o de meteorología, en función de la percepción que el usuario tenga de la vía (Congreso de Colombia, 2008).	En zonas escolares se debe conducir con un límite de velocidad de 30 km/h.	Secretaría de movilidad
Velocidad de diseño	Es la máxima velocidad que un vehículo puede mantener en un tramo de vía sin la intervención de condiciones de tránsito o meteorología, garantizando la seguridad del usuario por medio de las características del diseño geométrico (Instituto Nacional de Vías INVIAS, Secretaría General Técnica, 1998).	Para arteriales complementarias se permite una velocidad entre 80-100 km/h.	IDU
Carril	Es la faja de ancho de una calzada que permite la circulación de una fila de vehículos.	Ancho mínimo de 3 metros.	IDU INVIAS
Berma	Cumple la función de incrementar la capacidad de la vía y generar al usuario la percepción de amplitud y comodidad de la infraestructura	Vías rápidas urbanas entre 1-2 m de ancho	IDU
Separadores	Son utilizados en vías con varias calzadas para aumentar la seguridad de los vehículos y permitir la instalación de iluminación, vegetación, mobiliario, etc.	En intersecciones con semáforos el separador debe ser mínimo de 5.5 m para garantizar un	IDU

		carril de 3,5m y un separador de 2 m.	
Cunetas	Son estructuras que permiten la canalización longitudinal de agua superficial o de infiltración.	Cuneta usual: 0,8 m Sin embargo se deben llevar a cabo estudios hidráulicos que permitan establecer la dimensión y forma de las cunetas.	INVIAS
Andén	Estructura que facilita la entrada y salida de personas	Mínimo 1,5 m de ancho	IDU INVIAS

Fuente: Los Autores basado en Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008) y la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, s.f)

- **Escenarios de diseño de sección transversal doble calzada con dos carriles y doble calzada con tres carriles**

De acuerdo con los parámetros de diseño establecidos por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), el diseño de la ampliación de la vía Suba-Cota en sus dos escenarios de secciones transversales, consta de una velocidad de operación restringida a 30 km/h dada la presencia de zonas escolares a lo largo de la vía, donde se debe cumplir con lo establecido en la ley 1239 de 2008 “La velocidad en zonas escolares y en zonas residenciales será hasta de treinta (30) kilómetros por hora”.

Por otro lado, la velocidad de diseño es de 50 km/h proporcionando unas características de diseño transversal seguras para los usuarios que lleguen a sobrepasar la velocidad de operación; es importante resaltar que la velocidad de diseño es inferior a lo sugerido por el IDU, debido a la restricción establecida por el Congreso de la República para zonas escolares según la ley 1239 de 2008.

Para el dimensionamiento de carriles, andenes y cunetas, se consideran los valores mínimos sugeridos por el IDU y el INVIAS; mientras que para el separador y las bermas se consideran unas dimensiones ligeramente mayores a los mínimos

sugeridos por estas instituciones, con el fin de brindar una percepción de amplitud y comodidad al usuario.

En la tabla 5 se presentan las dimensiones del diseño transversal de los escenarios de doble calzada de dos carriles y doble calzada de tres carriles

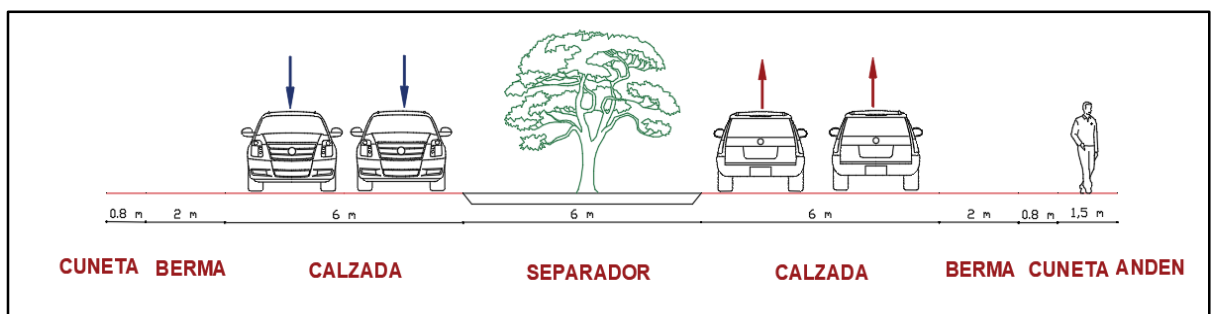
Tabla 5. Dimensiones de la sección transversal para los escenarios doble calzada de dos carriles y doble calzada de tres carriles

PARÁMETRO	DISEÑO FINAL
Velocidad de operación	30 km/h
Velocidad de diseño	50 km/h
Carril	3 m
Berma	2 m
Separador	6 m
Cunetas	0,8 m
Andén	1,5 m

Fuente: Los Autores

La figura 13 presenta las dimensiones de la sección transversal para el escenario de doble calzada con dos carriles con un derecho de vía de 25, 1 m y 10 metros adicionales en cada extremo de la vía para uso de zona sostenible.

Figura 13 Escenario de doble calzada de dos carriles

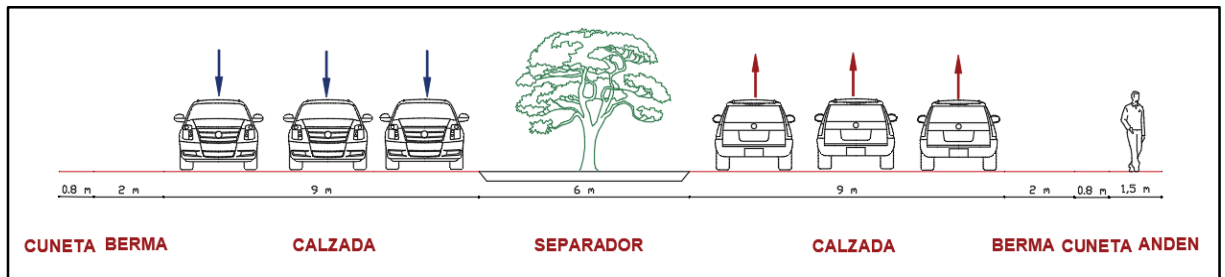


Fuente: Los Autores

La figura 14 representa las dimensiones de la sección transversal para el escenario

de doble calzada de tres carriles con un derecho de vía de 31,1 m y 10 metros adicionales en cada extremo de la vía para uso de zona sostenible.

Figura 14. Escenario de doble calzada de tres carriles



Fuente: Los Autores

6.5.2 Diseño intersección vía Suba-Cota y Carrera 111

Las condiciones actuales de tránsito en la vía Suba-Cota presentan un punto de conflicto en el kilómetro 3,5 donde se encuentra la intersección con la carrera 111 (entrada Corpas), motivo por el cual en el análisis operativo para la ampliación de la vía Suba-Cota se considera el diseño de la intersección en mención, por medio de dos escenarios, el primero consta de la sección transversal de doble calzada con dos carriles y el segundo está conformado por una sección transversal de doble calzada con tres carriles

Estos escenarios se realizan con el fin de establecer por medio de la simulación en el software Vissim la mejor alternativa de ampliación para las condiciones de tránsito vehicular proyectadas.

- **Criterios de diseño para la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111**

El diseño de la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111 se basa en los criterios propuestos en el Capítulo 6 del “Manual de Diseño Geométrico para Carreteras” del INVIAS donde se establecen los criterios de diseño para intersecciones a nivel y desnivel.

La tabla 6 presenta los criterios utilizados para el diseño de los dos escenarios propuestos en el análisis operativo para la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111:

Tabla 6. Criterios de diseño para los escenarios de la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CRITERIO
Carril de aceleración	"Se diseña para que los vehículos que deben incorporarse a la calzada principal puedan hacerlo con una velocidad similar a la de los vehículos que circulan en ésta" (INVIAS, 2008).	Ancho mínimo de 3,3 metros
Carril de desaceleración	"Tienen por objeto permitir que los vehículos que vayan a ingresar en un ramal de salida o en un ramal de enlace puedan reducir su velocidad hasta alcanzar la de la calzada secundaria o la del ramal de enlace"(INVIAS 2008).	Ancho mínimo de 3,3 metros
Longitud mínima del carril de aceleración	Longitud total que tiene el carril de aceleración	90 metros a una velocidad específica de 50 km/h del elemento de la calzada de destino inmediatamente anterior al inicio del carril de aceleración
Longitud de transición del carril de aceleración	Transición de la vía desde el punto en que la sección transversal tiene su máximo ancho hasta llegar a la dimensión original de la vía	45 metros a una velocidad específica de 50 km/h del elemento de la calzada de destino inmediatamente anterior al inicio del carril de aceleración
Longitud mínima del carril de desaceleración	Longitud total que tiene el carril de desaceleración	70 metros a una velocidad específica de 50 km/h del elemento de la calzada de origen inmediatamente anterior al inicio del carril de desaceleración
Longitud de transición del carril de desaceleración	Transición de la vía desde el punto en que la sección transversal tiene su máximo ancho hasta llegar a la dimensión original de la vía	45 metros a una velocidad específica de 50 km/h del elemento de la calzada de origen inmediatamente anterior al inicio del carril de desaceleración
Isletas	Son elementos que permiten el manejo y separación de conflictos y maniobras en las intersecciones	Deben tener una superficie mínima de cuatro con cinco metros cuadrados (4,5 m ²), preferiblemente de siete metros cuadrados (7 m ²)

Carril de giro a la izquierda	Es el carril que se encuentra dentro del espacio de los separadores y permiten el giro a la izquierda de los vehículos	-La longitud total debe ser como mínimo de 80 m y la longitud de transición debe ser de 30 metros para una velocidad específica de 50 km/. -El ancho mínimo debe ser de 3,5 metro.
Radio mínimo de curvas	"El radio mínimo de la curva debe corresponder al radio mínimo de giro del vehículo de diseño seleccionado" (INVIAS,2008).	Radio de vehículo 3S2: 14 metros

Fuente: Los Autores, basados en Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008)

- **Escenarios de diseño para la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111**

De acuerdo con los parámetros establecidos por el INVIAS, el diseño de los dos escenarios para la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111 consta de un carril de aceleración de 90 metros y un carril de desaceleración de 70 metros basados en una velocidad de diseño de 50 km/h; cabe resaltar que para el diseño de la intersección no se cuenta con una velocidad específica, razón por la cual los carriles de aceleración y desaceleración se simularon con el tráfico proyectado en el software Vissim para verificar el correcto flujo vehicular.

Por otra parte, la longitud total y ancho del carril de giro a la izquierda cumplen con los mínimos establecidos por el INVIAS y el radio de las curvas (R1) pertenecen al radio mínimo de giro de un tractocamión de tres (3) ejes con semirremolque de dos (2) ejes de longitud total de 20,82 metros, debido a que actualmente este es el vehículo de mayor longitud que transita por la vía.

En la tabla 7 se presentan las dimensiones para los tres escenarios de la intersección vía Suba-Cota y carrera 111:

Tabla 7. Dimensiones de diseño para los dos escenarios de la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111

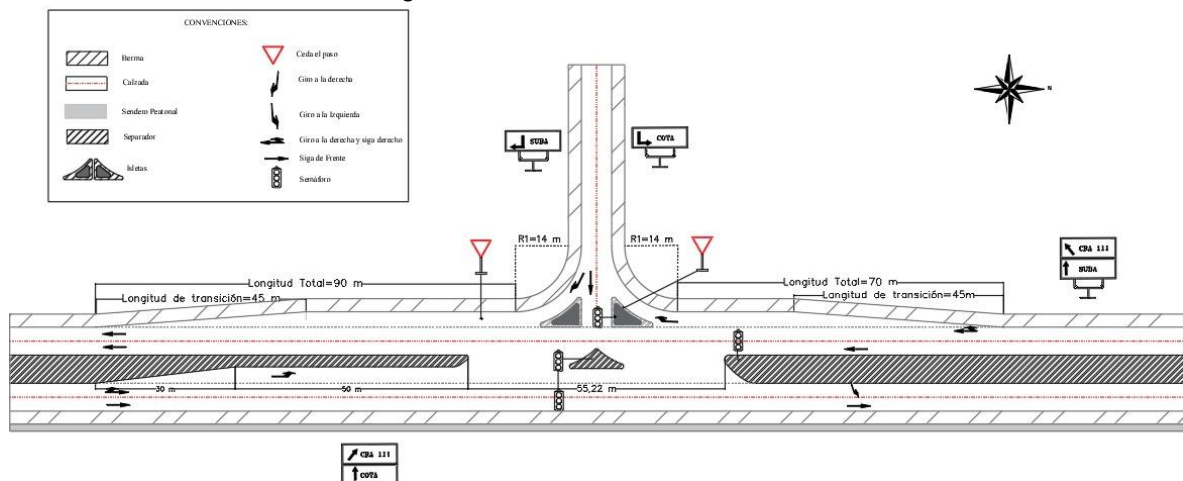
PARÁMETRO	DISEÑO FINAL
Ancho carril de aceleración	3,3 m
Ancho carril de desaceleración	3,3 m

Longitud del carril de aceleración	90 m
Longitud de transición del carril de aceleración	45 m
Longitud del carril de desaceleración	70 m
Longitud de transición del carril de desaceleración	45 m
Isleta central	26,59 m ²
Isletas laterales	28,97 m ² c/u
Carril de giro a la izquierda	26,59 m ²
Radio de curvas (R1)	14 m

Fuente: Los Autores

La figura 15 presenta las dimensiones, la señalización horizontal y vertical de la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111 para el escenario de doble calzada con dos carriles (Anexo 8)

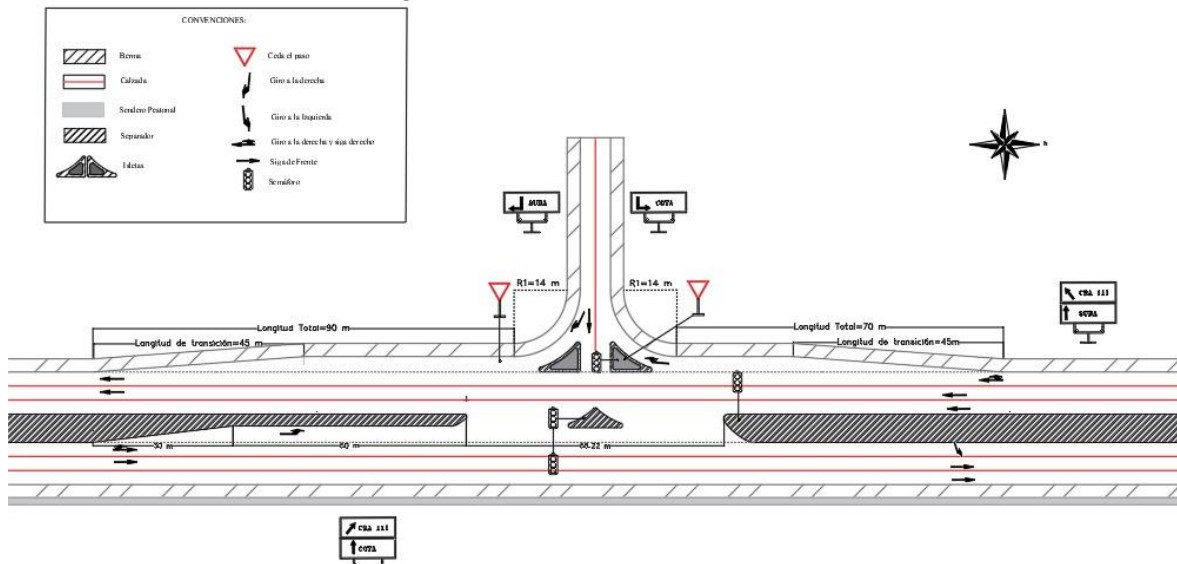
Figura 15. Doble calzada dos carriles



Fuente: Los Autores

La figura 16 presenta las dimensiones, la señalización horizontal y vertical de la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111 para el escenario de doble calzada con tres carriles (Anexo 9)

Figura 16. Doble calzada tres carriles



Fuente: Los Autores

6.6. SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE VISSIM

El software Vissim permite obtener una visión real de las operaciones realizadas por las diferentes unidades que componen el tráfico vehicular, brindando la posibilidad de contemplar escenarios con transporte público, camiones, automóviles, motocicletas, bicicletas, peatones, entre otros; convirtiéndose en un programa adecuado para modelar diferentes alternativas de tránsito y potenciar la mejora en los diseños de infraestructura vial.

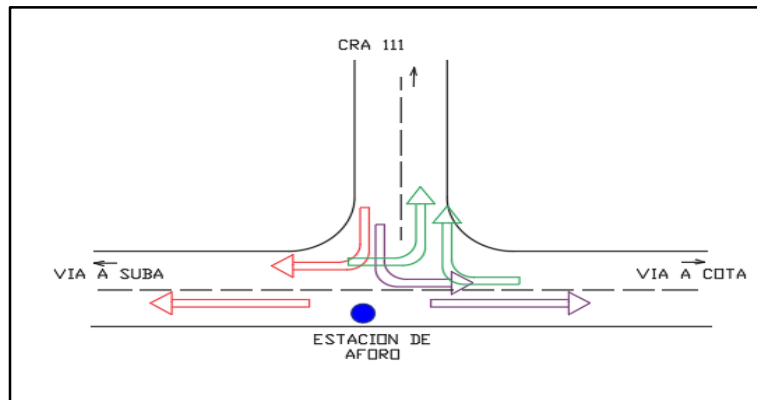
En este sentido, para fines de la ampliación de la vía Suba-Cota se desarrollaron dos modelos en el software Vissim con el fin de establecer el diseño que permite una mejor fluidez en el tránsito vehicular. Los datos de entrada de los modelos constan del volumen vehicular obtenido por un aforo realizado el día miércoles 29 de enero del 2020 de 7:15 AM a 8:15 AM en la intersección vía Suba-Cota con carrera 111, es importante destacar que el día y la hora fueron previamente estudiadas y comparadas con el aforo vehicular realizado el día jueves 27 de octubre de 2005 y el domingo 30 de octubre de 2005 en un periodo de 16 horas iniciando desde las 6:00 AM hasta las 10:00PM para el mismo punto de muestreo (intersección vía Suba-Cota con carrera 111) por el Consorcio Suba-Cota en el estudio titulado “Estudios y Diseños de la Avenida Cota desde el límite del Distrito hasta la Avenida San José, en Bogotá D.C” contrato IDU 012-2005.

6.6.1. Tránsito vehicular actual

Para caracterizar el tránsito vehicular actual de la vía Suba-Cota se realizaron dos aforos en la intersección con la Carrera 111 (entrada Clínica Corpas), el primero se hizo el día domingo 26 de enero del 2020 de 11:15 a 12:45 PM con el fin de conocer las características del tránsito en un día atípico y el segundo se realizó el día miércoles 29 de enero del 2020, en un día típico de 7:15 a 9:00 AM y de 2:00 a 3:45 PM.

La estación de aforo se ubicó en el lado derecho de la vía sentido Sur-Norte e intersectando con la carrera 111; esta posición se escogió dado que, en los cinco kilómetros de vía, no se encuentra ningún otro punto de entrada o salida de vehículos. Por otro lado, el volumen vehicular corresponde al conteo realizado en el sentido Suba-Cota, Suba-Corpas, Cota-Suba, Cota-Corpas, Corpas-Suba y Corpas-Cota como se identifica en la Figura 17:

Figura 17. Movimientos aforados en la intersección vía Suba-Cota con Carrera 111



Fuente: Los Autores

En la figura 18 se observa el tráfico vehicular presente en la intersección de la vía Suba Cota y la Carrera 111 el día 29 de enero del año 2020.

Figura 18. Registro fotográfico del aforo



Fuente: Los Autores

En la tabla 8 se presenta la clasificación de los vehículos identificados en la vía con su respectiva descripción

Tabla 8. Descripción de los vehículos identificados en el aforo

TIPO DE VEHICULO	DESCRIPCIÓN	FOTO
Autos	Vehículo liviano, automotor con un eje direccional y un eje simple de tracción	
Buses	Buseta: Automotor con un eje simple direccional y un eje simple de tracción.	
	Bus: Automotor con un eje simple direccional y un eje de simple de rueda doble de tracción	
Colectivos	Entre los vehículos designados en el aforo como colectivos se encuentran aquellos que tienen poca capacidad de pasajeros, dichos vehículos normalmente son empleados en el transporte escolar.	
	Vehículo diseñado para el transporte de productos y mercancías, se caracteriza por contar con una “cabina” donde se sienta el conductor. La clasificación de los camiones se	

Camiones	basa en la disposición de sus ejes, entre ellos se destacan las siguientes: Camión C2P: Automotor con un eje simple direccional y un eje simple de tracción Camión C3-S3: Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje tándem de tracción y un eje de tridem de rueda de arrastre (semirremolque)	
----------	--	---

Fuente: Los autores, basados en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008)

Los resultados obtenidos de la estación de aforo permitieron dar a conocer el volumen vehicular en las horas pico en un día típico y en un día atípico coincidiendo con las horas pico establecidas en el estudio del Consorcio Suba-Cota (contrato IDU 012-2005). De igual modo, se evidencia que en las horas de la mañana de los días típicos se presenta mayor flujo vehicular, el cual se encuentra relacionado a las actividades industriales, comerciales y educativas que se presentan tanto en el área de influencia directa de la vía como en la localidad de Suba y el municipio de Cota; mientras que el flujo vehicular del día atípico se encuentra relacionado a las actividades recreativas y gastronómicas que se presentan a lo largo de la vía en mención.

En la tabla 9 se encuentran los volúmenes vehiculares de las horas pico para el día típico y el día atípico, en cada uno de los sentidos presentes de la intersección vía Suba-Cota y carrera 111.

Tabla 9. Volumen vehicular de la hora pico en la intersección vía Suba-Cota y carrera 111

FECHA	HORA PICO	COTA-SUBA	COTA-CORPAS	SUBA-COTA	SUBA-CORPAS	CORPAS-COTA	CORPAS-SUBA	TOTAL VEHÍCULOS
Domingo 26 de Enero 2020	11:15-12:45	427	422	538	113	315	121	1936
Miércoles 29 de enero	7:15-8:15	456	225	591	90	561	63	1986
	2:45-3:45	384	318	545	95	312	86	1740

Fuente: Los Autores

Para efecto de la simulación del tránsito actual en el software Vissim, los datos de entrada de volumen corresponden a la hora pico de la mañana (7:15 a 8:15 AM) del día miércoles 29 de enero del 2020, puesto que esta la hora que presenta mayor conflicto vehicular de los dos días aforados.

En la tabla 10 se encuentra la caracterización de cada uno de los tipos de vehículos que transitan en los diferentes sentidos de la intersección vía Suba-Cota y Carrera 111.

Tabla 10. Datos de entrada para la simulación del tránsito en el software Vissim

VEHICULO/SENTIDO	COTA-SUBA	COTA-CORPAS	SUBA-COTA	SUBA-CORPAS	CORPAS-COTA	CORPAS-SUBA
AUTOS	248	100	306	47	150	26
COLECTIVOS	18	27	58	13	44	10
BUSES	33	20	45	19	26	6
CAMIONES	45	25	50	3	32	2
MOTOS	96	42	108	7	170	17
BICICLETAS	16	11	24	1	139	2
TOTAL	456	225	591	90	561	63

Fuente: Los Autores

6.6.2. Tránsito vehicular proyectado

En la tabla 11 se presenta la proyección de tránsito al año 2025 donde se discrimina el valor para cada tipo de vehículo correspondiente a los sentidos de tránsito existentes en la intersección entre la vía Suba-Cota y la carrera 111, la proyección del tránsito se realiza con el fin de evaluar y determinar si el diseño propuesto brinda un tránsito fluido y cómodo considerando las condiciones de flujo vehicular esperadas para el año 2025.

Tabla 11. Proyección de tránsito para el año 2025

PROYECCIÓN AL AÑO 2025						
VEHICULO/SENTIDO	COTA-SUBA	COTA-CORPAS	SUBA-COTA	SUBA-CORPAS	CORPAS-COTA	CORPAS-SUBA
AUTOS	278	112	343	53	168	29
COLECTIVOS	20	30	65	15	49	11
BUSES	37	22	50	21	29	7
CAMIONES	50	28	56	3	36	2

MOTOS	108	47	121	8	190	19
BICICLETA S	18	12	27	1	156	2
TOTAL	511	252	662	101	629	71

Fuente: Los autores

Para estimar la tasa de crecimiento de tránsito se debe contar con una serie histórica de tránsito promedio, al no tener este recurso para la vía de estudio se contempla utilizar la tasa de crecimiento proporcionada por el Consorcio Suba Cota, en el proyecto titulado como “Estudios y Diseños de la Avenida Cota desde el límite del Distrito hasta la Avenida San José, en Bogotá D.C”.

En el estudio de proyecciones a cargo del consorcio mencionado hallan la tasa de crecimiento de tráfico con base a algunos parámetros macroeconómicos y respecto a ellos plantean los siguientes escenarios de crecimiento de tránsito:

- Escenario de bajo crecimiento: se plantea este escenario partiendo de la idea de que la variación del tránsito está relacionada con el crecimiento de la población.
- Escenario de alto crecimiento: se compara el crecimiento del tránsito con el crecimiento de la tasa de crecimiento de PIB para Bogotá.
- Escenario intermedio de crecimiento: en este escenario se asocia el crecimiento del tránsito con la tasa del crecimiento del ingreso per Cápita de Bogotá.

De acuerdo a los resultados arrojados para cada escenario se determinó que el escenario intermedio es el más representativo debido a su comportamiento exponencial, sin embargo, las tasas son elevadas a comparación de las estadísticas del crecimiento de la población de Bogotá, por tal motivo se decidió tomar valores inferiores al promedio del escenario adoptando una tasa del 2,1% para los años 2005 a 2015, y una tasa del 2,3% para los años 2015 a 2025.

Con el fin de comprobar la veracidad del dato proporcionado por el Consorcio Suba-Cota se compara la proyección de tránsito calculada en el estudio para el año 2020 con el volumen vehicular aforado. Los datos obtenidos en los dos casos anteriores tienen una diferencia próxima a los 40 vehículos, al considerar este valor como mínimo se opta por proyectar el volumen vehicular aplicando una tasa de crecimiento del tránsito del 2,3%.

6.6.3 Construcción del modelo en el software Vissim

Por medio de la simulación en el software Vissim del trazado actual de la vía Suba-Cota y de los dos escenarios propuestos para la ampliación se determina qué escenario logra mejorar en mayor medida las condiciones actuales de tránsito. Cabe resaltar que el trazado de los tres modelos se centra en la intersección de la Vía Suba-Cota con la Carrera 111 (entrada a Corpas), pues este es el único punto que genera un conflicto en el flujo vehicular a lo largo de la vía y además antes y después de la intersección no existe ninguna entrada o salida con un volumen vehicular significativo.

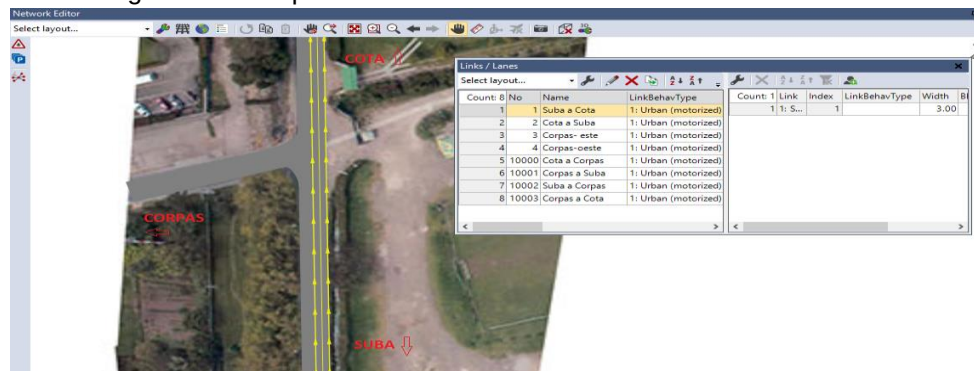
La simulación de los modelos de estudio se fundamenta principalmente en los procedimientos que se explicaran a continuación.

- **Construcción red vial**

Mediante la herramienta “Links” se realiza el trazado de la intersección entre la avenida Suba-Cota y la Carrera 111 (entrada a Corpas), allí se asigna el número de carriles, ancho y sentido, este comando también permite realizar la conexión entre los diferentes tramos viales (Links), los links que conforman el trazado se ilustran en la figura 19 .

Dado que la simulación del tránsito de la vía Suba-Cota se enfoca en la intersección se trazan únicamente 633 metros del link “Suba-Cota” distribuidos 300 m a lado y lado del link “Corpas”.

Figura 19. Incorporación del trazado mediante la herramienta links

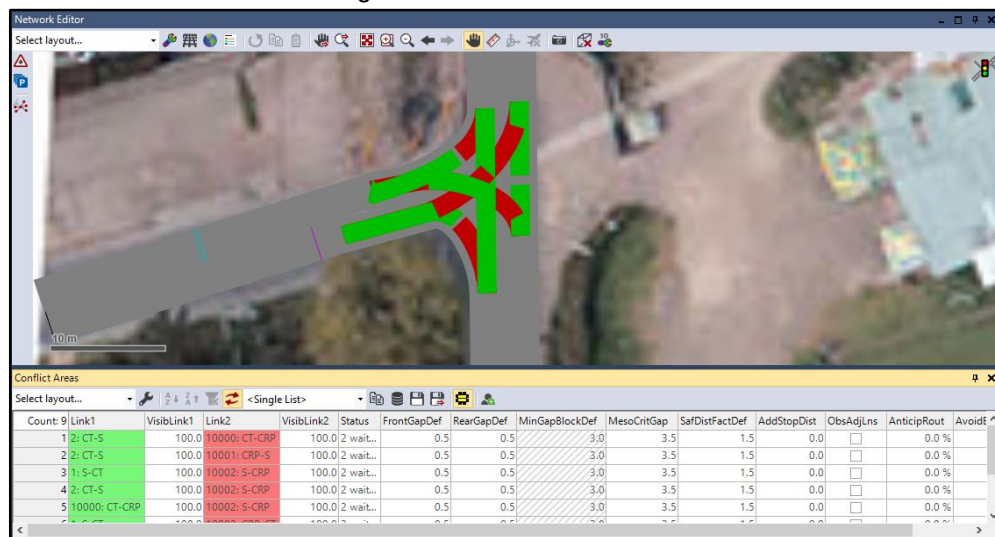


Fuente: Los autores

- **Detección áreas de conflicto**

En la unión entre links se genera un área de conflicto debido a la incorporación del flujo vehicular por lo que se establece una regla de prioridad, donde tienen prelación los vehículos que transitan por la vía que tiene un flujo constante sin reducir su velocidad. En la figura 20 los links que están resaltados con color verde tienen la prioridad del flujo y con color rojo los que deben ceder el paso al tránsito de los que tienen prelación.

Figura 20. Áreas de conflicto.



Fuente: Los Autores

- **Composición vehicular**

Antes de ingresar el volumen de vehículos se debe crear la composición vehicular como se observa en la figura 21. Primero en la zona 1 se coloca la composición referente a los sentidos principales “Suba a Cota”, “Cota a Suba” y “Corpas”, luego en la zona 2 se le asigna a cada tipo de vehículo que circula en el tramo la velocidad con la que transita y el factor correspondiente a la fracción del volumen por tipo de vehículo sobre el total del volumen aforado de la composición en cuestión.

Figura 21. Composición vehicular

Vehicle Compositions / Relative Flows			
Select layout...			
Count: 3	No	Name	
1	1	S-CT	
2	2	CT-S	
3	3	ECRP	

Count: 6	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	40: 40 km/h	0.518
2	200: HGV	30: 30 km/h	0.078
3	300: Bus	30: 30 km/h	0.094
4	610: Bike Man	15: 15 km/h	0.037
5	630: Moto	40: 40 km/h	0.169
6	640: Colectivo	30: 30 km/h	0.104

Fuente: Los Autores

El valor de la velocidad establecido por tipo de vehículo está entre el rango de la velocidad de operación y la velocidad de diseño, parámetros determinados en capítulos anteriores. Para los vehículos de carga pesada como camiones (HGV), buses y colectivos la velocidad asignada es menor que la de autos y motos.

- **Asignación de volúmenes vehiculares**

Se ingresa el volumen vehicular correspondiente a la composición creada en el paso anterior, para el modelo de la vía actual el volumen coincide con los valores obtenidos en el aforo y en las tres propuestas de la ampliación se utilizan los datos calculados en la tabla 11. Proyección de tránsito para el año 2025.

- **Comportamiento del conductor**

Para efectos de los cuatro escenarios a simular se emplean dos modelos de comportamiento de conductor, para autos, buses, HGV y colectivos se utiliza el comportamiento denominado como “Urbano”, y en cuanto a motos y bicicletas se crea un comportamiento nombrado como “Motos”.

Esta herramienta permite ajustar parámetros como: seguimiento, modelo de seguimiento de automóviles acorde al modelo Wiedemann 74 o 99, comportamiento lateral, comportamiento de cambios de carril, comportamiento antes los semáforos, parámetros para la simulación mesoscópica.

Los parámetros que se configuran en el comportamiento “Urbano” son los siguientes:

- Comportamiento de seguimiento: Los parámetros disponibles en esta sección son:
 - La distancia de visión frontal determina a qué distancia un vehículo puede observar hacia adelante dándole la posibilidad de reaccionar ante otros vehículos que se ubiquen al frente o al lado de este. La distancia mínima de visión frontal para zonas urbanas debe ser 20 a 30 m.
 - Distancia visual hacia atrás determina a qué distancia un vehículo puede observar hacia atrás si dándole la posibilidad de reaccionar ante otros vehículos que se ubiquen atrás o al lado de este.
 - El número de vehículos observados influye en que tan bien pueda predecir un vehículo el movimiento de otro.
- Modelo de seguimiento: La simulación de Vissim emplea un modelo psico-físico del comportamiento de los conductores desarrollado por Wiedemann, el cual se fundamenta en modelos de seguimiento estocástico y velocidades dinámicas; para los cuatro escenarios de análisis se utiliza el modelo Wiedemann 99. Los parámetros que ofrece el modelo Wiedemann 99 son: CC0 (distancia en detención), CC1 (tiempo de separación), CC2 (variación de seguimiento), CC3 (umbral para entrar en seguimiento), CC4 y CC5(umbrales en seguimiento), CC6 (dependencia de velocidad de oscilación), CC 7 (aceleración de oscilación), CC8 (aceleración desde detención), CC9 (aceleración a 80 Km/h).
- Comportamiento de cambios de carril: En este parámetro se establece que los vehículos pueden adelantar en zonas de velocidad reducida y que cambian de carril al encontrarse con algún obstáculo en el trayecto.
- Comportamiento lateral: Aquí se contemplan varios aspectos 1) Los motores transitan por la mitad del carril, 2) El comportamiento de los vehículos obedecen al “Comportamiento Diamante”, el cual consiste en que los vehículos se pueden ubicar en cualquier posición alrededor de un figura hipotética de diamante 3) Al toparse con un obstáculo se evidencia un “Efecto Cremallera”, es decir, un paso intermitente y alternativo de los vehículos de cada carril 4) El adelantamiento se puede efectuar por la derecha e izquierda 5) El distanciamiento mínimo lateral a una velocidad de 0,Km/h es de 0,20 m y a una velocidad de 50 Km/h es de 0,25 m, dichos valores se han determinado por estudios.

El comportamiento de motos se diferencia del urbano por 1) Las motocicletas transitan en cualquier posición a lo ancho del carril 2) El tránsito de las motos no obedece a un efecto cremallera 3) El distanciamiento mínimo lateral entre los vehículos que pertenecen a este comportamiento es de 0,30 m a una velocidad de 0 Km/h y de 0,80 m una velocidad de 50 Km/h.

Es importante mencionar que el software Vissim no considera las conductas negativas de los conductores lo que se refleja en un tránsito individualista sin respeto a los diferentes actores de movilidad, este comportamiento se debe a la falta de educación vial.

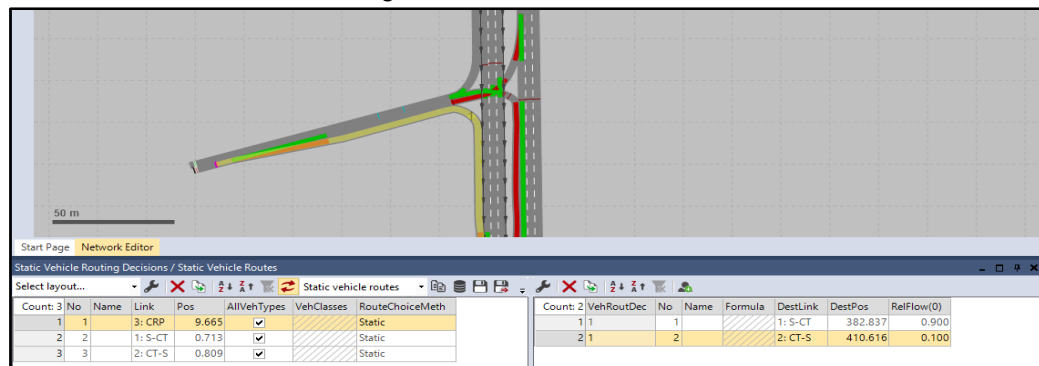
- **Definición de las áreas de reducción de velocidad**

Esta herramienta reduce la velocidad y por lo tanto la accidentalidad; en el modelo de la vía actual se establece las zonas de reducción de velocidad en la totalidad de los giros y en los dos modelos restantes considerando que tienen semaforización la zona de reducción se aplica solamente en el giro que conecta el carril de corporas con el carril de aceleración. Los vehículos que reducen su velocidad hasta 15 Km/h son los autos, camiones, colectivos y buses.

- **Definición de rutas vehiculares**

Las rutas vehiculares se construyen en los puntos donde existen cambios de carril y giros. En la figura 22 está resaltada con color amarillo la ruta que conecta corporas con la localidad de Suba, en la casilla RelFlow se ingresa el factor correspondiente a la fracción del volumen vehicular para la ruta en cuestión sobre el total del volumen vehicular de la composición a la que pertenece.

Figura 22. Rutas vehiculares

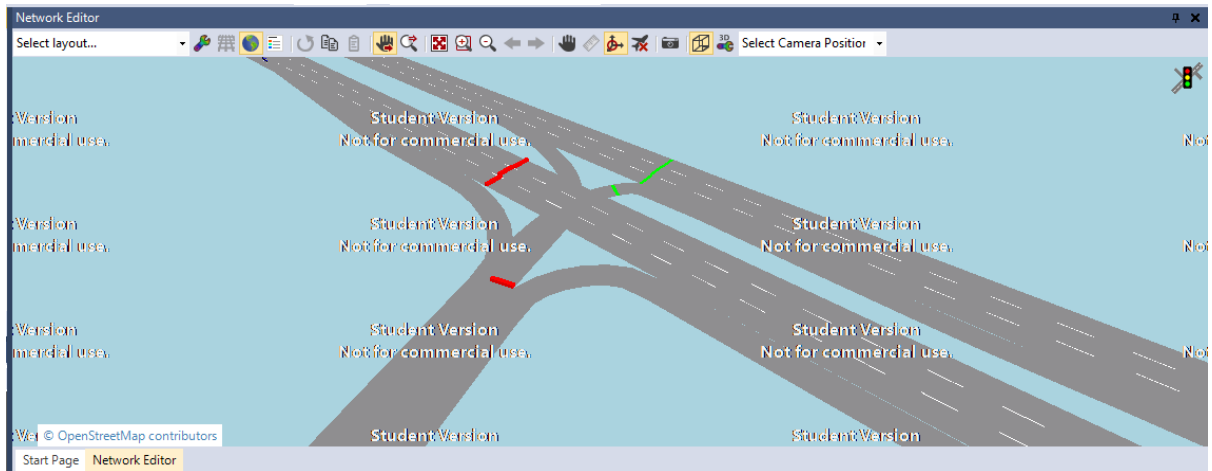


Fuente: Los autores

- **Creación de la red semafórica**

En la figura 23 se observa la posición de los semáforos que regularán el tránsito vehicular en el sentido Suba-Cota, Cota-Suba, Corpas-Cota y Suba-Corpas. Cabe resaltar que en la actualidad la intersección no cuenta con un sistema semafórico y esta es una de las razones por las cuales se presenta accidentalidad y conflicto en el flujo vehicular.

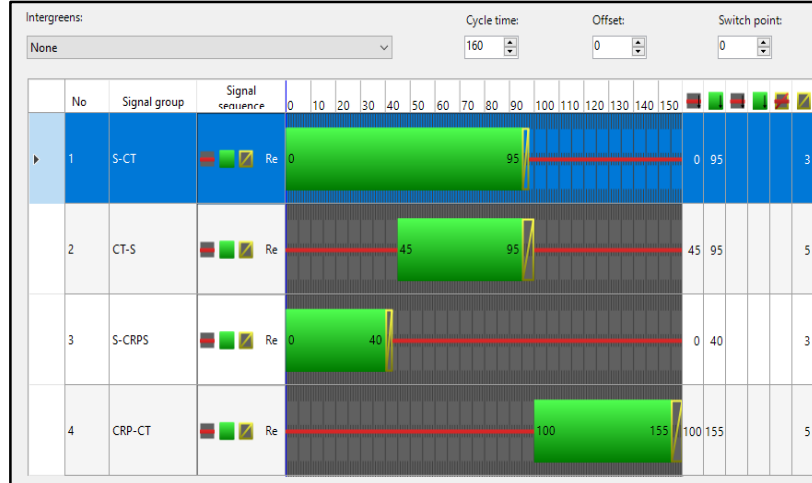
Figura 23. Posición sistema semafórico



Fuente: Los autores

El funcionamiento de las cuatro señales de control se rige bajo la programación que se observa en la figura 24 el programa de los semáforos opera en un ciclo de 160 segundos y los cuatro semáforos tienen una secuencia de rojo-verde y ámbar. Los tiempos asignados para cada color se determinaron con base al volumen vehicular que pasa por dichos puntos y a la prelación de cada sentido.

Figura 24. Programación semafórica

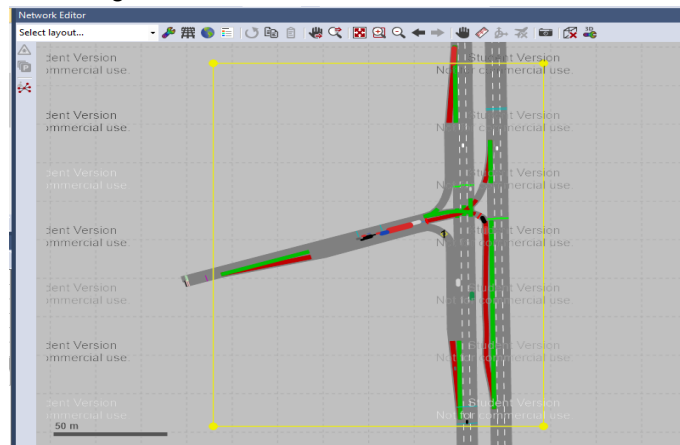


Fuente: Los Autores

- **Creación nodos de evaluación**

Para evaluar la microsimulación sobre un área en específico se traza un recuadro que abarca los puntos de mayor incidencia en el flujo vehicular, como ejemplo en la figura 25 se ilustra el nodo creado para la ampliación doble calzada tres carriles con ampliación en Corpas.

Figura 25. Creación de nodos de evaluación



Fuente: Los autores

- **Configuración de la evaluación**

En la pestaña configuración de la evaluación se determina que el parámetro a evaluar para la intersección será “Node”, el cual mide la cantidad de vehículos que llega a cada uno de los nodos mediante contadores que el software Vissim crea automáticamente en cada uno de los nodos. La evaluación se hará para un periodo de 600 segundos y la recopilación de los resultados para la sección “Node” serán arrojados a partir de los 150 segundos, lo último con el propósito de que la red presente cierta congestión y por consiguiente que la simulación se aproxime a la condición del tránsito actual de la vía.

6.6.4 Comparación de resultados

Una vez ingresados todos los parámetros para la simulación se corren los tres modelos y se analizan los resultados arrojados en la pestaña “Node Results”, lo que permite establecer qué escenario de ampliación logra una mejor optimización del flujo vehicular de la vía Suba-Cota respecto a la longitud de cola y a la calidad del servicio que actualmente la vía presenta.

De acuerdo a los resultados obtenidos presentes en la tabla 12, se determina que la intersección actualmente tiene una longitud de cola de 27,54 m y que los nodos donde las colas tienen una mayor longitud son Copas a Suba con 69.37 m y Corpas a Cota con 58.66 m.

Tabla 12. Longitud de cola promedio (m)

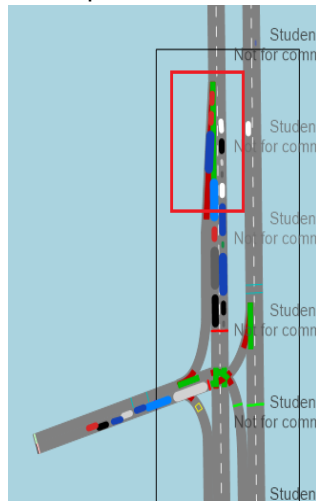
Nodos	Vía actual	Doble calzada dos carriles	Doble calzada tres carriles
Suba a Cota	17.56	14.30	11.76
Suba a Corpas	19.29	0	0.09
Cota a Suba	0.16	27.61	14.38
Cota a Corpas	0.22	0.86	0.14
Corpas a Cota	58.66	36.64	46.44
Corpas a Suba	69.37	28.76	0
Intersección	27.54	18.03	12.13

Fuentes: Los autores

Al ampliar la vía a doble calzada con dos carriles se evidencia en la intersección una disminución en la longitud de cola promedio, sin embargo, los nodos Cota a Suba y Cota a Corpas presentan colas de mayor longitud que en el escenario de la

vía actual. Lo anterior se debe a la maniobra que realizan los vehículos al incorporarse al carril de desaceleración deteniendo los vehículos que transitan de Cota a Suba y puesto que el volumen vehicular en el sentido Cota a Suba es considerablemente mayor que el de Cota a Copas se ocasiona congestión en dicho punto, este conflicto sucede principalmente cuando el semáforo que regula la circulación en el sentido Cota-Suba se pone en rojo. En la figura 26 se ilustra el punto conflicto del tránsito en la vía Suba-Cota sentido Norte-Sur.

Figura 26. Simulación ampliación doble calzada con dos carriles



Fuente: Los autores

Tomando como referencia los resultados de la longitud de cola promedio generada en el nodo Cota-Suba y Cota-Copas se contempla un escenario de ampliación a tres carriles por calzada, con esta sección transversal la longitud de cola de la intersección se reduce a 12,03 m y las filas de espera en todos los nodos mejoran. Desde el análisis realizado respecto a las longitudes de cola se considera la ampliación a dos calzadas con tres carriles como la opción más viable.

Además de emplear la longitud de cola para analizar la fluidez del tránsito de los escenarios planteados se evalúa el nivel de servicio de la intersección. El nivel de servicio (LOS) es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación del flujo vehicular en función de la velocidad, tiempo de recorrido, libertad de maniobras, comodidad y seguridad vial. El American Highway Capacity (HCM) define seis niveles, que van de la A a la F, siendo A el mejor y F el peor, las condiciones que caracterizan cada uno de los niveles son:

- Nivel de servicio A: Corresponde a un tránsito fluido, existe la libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad para maniobrar es muy alta, ya que no se presentan interferencias ni restricciones en la vía.
- Nivel de servicio B: Debido a las especificaciones geométricas y a la restricción al flujo libre las velocidades disminuyen. El nivel de libertad y comodidad con la que cuenta el conductor es bueno (UPTC, 2007).
- Nivel de servicio C: La circulación es estable, pero la velocidad y la libertad para maniobrar están condicionadas por el resto de tráfico. En general la libertad y comodidad del conductor es adecuada (UPTC, 2007).
- Nivel de servicio D: El flujo vehicular es estable y existen restricciones por geometría y pendiente. No hay libertad para conducir con la velocidad deseada, al presentarse interferencias o condiciones defectuosas. El nivel de libertad y comodidad que tiene el conductor es deficiente (UPTC, 2007).
- Nivel de servicio E: La intensidad de tráfico es próxima a la capacidad de la vía, por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos. La circulación a capacidad es bastante inestable, ya que pequeñas interferencias al tránsito causan congestión (UPTC, 2007).
- Nivel de servicio F: La circulación es congestionada, se forman largas colas y las operaciones dentro de estas se caracterizan por constantes paradas y avances cortos en el flujo (UPTC, 2007).

El nivel de servicio en Vissim es semejante a los LOS definidos por el HCM, los resultados obtenidos de la microsimulación observados en la tabla 13 indican que actualmente la intersección entre la vía Suba-Cota y la Carrera 111 (Entrada a Corpas) presenta un nivel de servicio E, evidenciando una alta congestión, brindándole al conductor poca comodidad y una baja posibilidad de maniobrar en la vía. Los movimientos que generan mayor conflicto en la intersección son los giros desde la Carrera 111 hacia Suba y hacia a Cota, estos movimientos tienen un nivel de servicio F, caracterizándose por la presencia de largas colas y constantes paradas en el flujo vehicular.

La ampliación de la vía genera un nivel de servicio C, de tal modo que el flujo vehicular de la intersección con las nuevas condiciones es estable y la experiencia del conductor es adecuada. Cabe resaltar que el deterioro en el nivel de servicio de algunos sentidos se debe a la implementación de señalización, esto podría mejorar evaluando los ciclos de la semaforización lo que no es objeto del presente análisis.

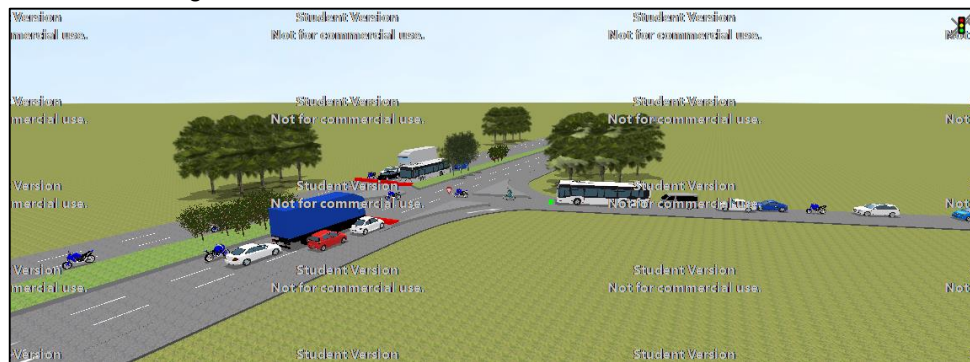
Tabla 13. Niveles de servicio

Nodo	Vía actual	Doble calzada dos carriles	Doble calzada tres carriles
Suba a Cota	Nivel B	Nivel C	Nivel B
Suba a Corpas	Nivel C	Nivel E	Nivel E
Cota a Suba	Nivel A	Nivel D	Nivel D
Cota a Corpas	Nivel A	Nivel B	Nivel A
Corpas a Cota	Nivel F	Nivel D	Nivel E
Corpas a Suba	Nivel F	Nivel D	Nivel D
Intersección	Nivel E	Nivel C	Nivel C

Fuente: Los autores

En este sentido el diseño más favorable para mejorar las condiciones de tránsito de la vía Suba-Cota es la ampliación doble calzada- tres carriles, en la figura 27 y 28 se visualiza la micro simulación de este escenario.

Figura 27. Microsimulación doubles calzada- tres carriles



Fuente: Los autores

Figura 28. Microsimulación doubles calzada- tres carriles



Fuente: Los autores

7. DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DEL ÁREA

7.1 MEDIO ABIÓTICO

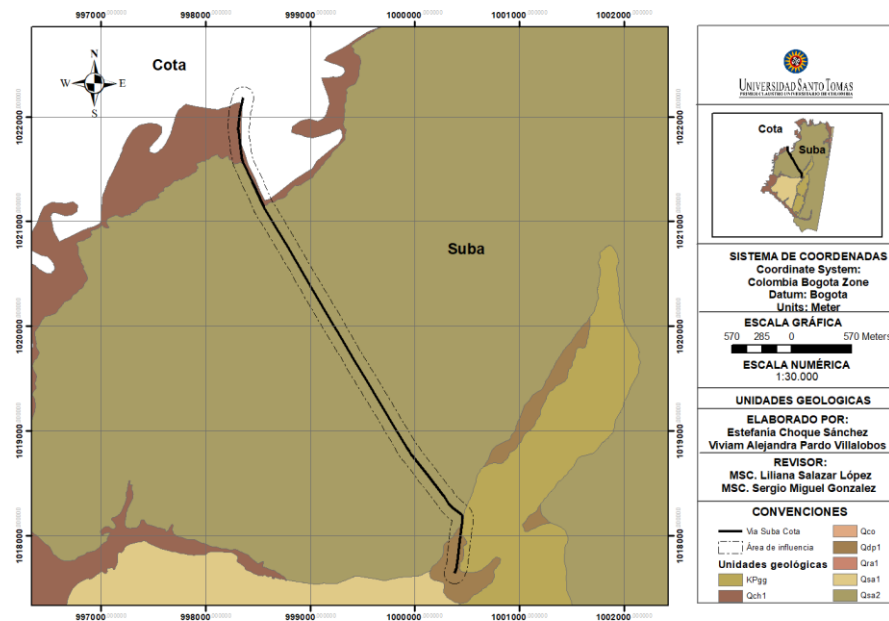
7.1.1 Geología

En la figura 29 se observan las unidades geológicas presentes en el área de influencia directa e indirecta, entre las formaciones que se encuentran en el área directa están la Formación Sabana, la Formación Guaduas y Derrubios de Pendiente.

La Formación Sabana (Qsa) se desarrolló en la era cenozoico, durante el periodo cuaternario, dicha formación está conformada por arcillas orgánicas, turba y arenas arcillosas intercaladas. La unidad Derrubios de Pendiente (Qdp) pertenece a la era cenozoico y al período cuaternario, está conformada por cantos y bloques subredondeados a subangulares de areniscas, limolitas y lutitas mayormente (EPM, 2012).

La Formación Guaduas (Kpgg) pertenece a la era mesozoica y el periodo cretácico, esta formación se subdivide en dos miembros, el inferior se caracteriza por la presencia de arcillas grises con delgadas intercalaciones de arenitas de grano medio y el miembro superior está constituido por una alternancia de arenitas amarillas cuarzosas de grano medio a grueso, arcillolitas grises y mantos de carbón con un espesor entre uno y tres metros (EPM, 2012).

Figura 29. Mapa de unidades geológicas del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota



Fuente: Los autores

7.1.2 Geomorfología

La jerarquización de las unidades geomorfológicas inicia desde una división entre regiones las cuales se subdividen en unidades y luego en subunidades. En la figura 30 se observa las unidades geomorfológicas presentes en el área de influencia directa e indirecta; la subunidad geomorfológica que predomina en la localidad de suba es el área urbanizada perteneciente a la región antropogénico. Otra subunidad presente en la localidad es la ladera estructural de sierra anticlinal, referente a la región estructural-denudativo. En el límite de la localidad con el municipio de Cota donde se intersecta con la cuenca media del río Bogotá se identifica la subunidad plana de inundación, correspondiente a la unidad planicie aluvial y a su vez a la región fluvial y lagunar (Tabla14)

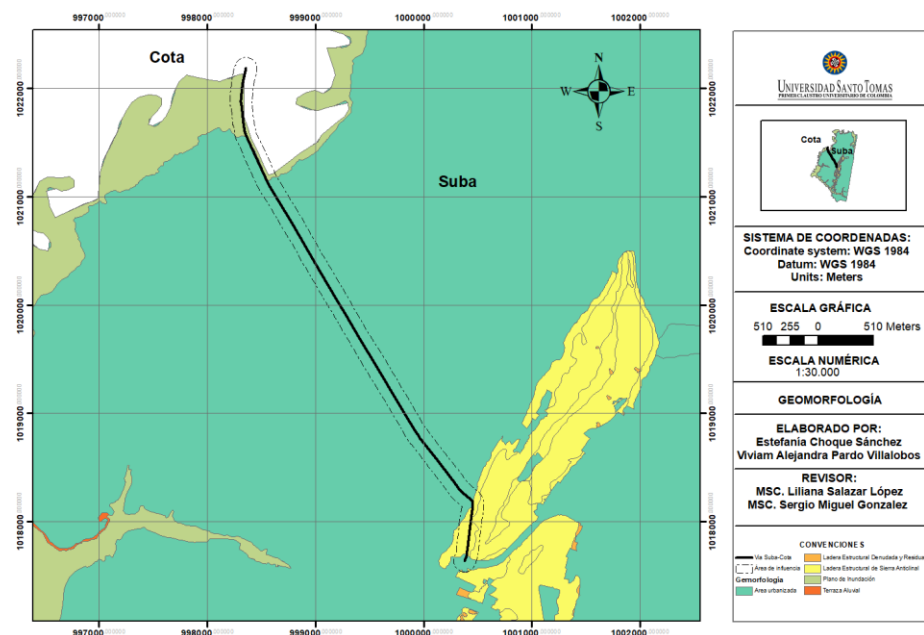
Tabla 14. Descripción de unidades geomorfológicas

Región	Unidad	Subunidad	Descripción
Antropogénico		Área urbanizada	Áreas consolidadas que poseen servicios públicos, vías e infraestructura.
Fluvial y lagunar	Planicie aluvial	Plano de	Franjas de terreno con relieve

		inundación	plano e inundable, normalmente están al borde de los cauces fluviales.
Estructural-denudativo	Sierra anticlinal denudada y residual	Ladera estructural de sierra anticlinal	Laderas con estratos inclinados que están a favor de la pendiente, se caracterizan por presentar un patrón de drenaje generalmente paralelo y de baja densidad. Estos estratos tienen inclinaciones menores que las de la pendiente natural del terreno.

Fuente: Los autores basados en el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER, 2016)

Figura 30. Mapa de geomorfología del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota



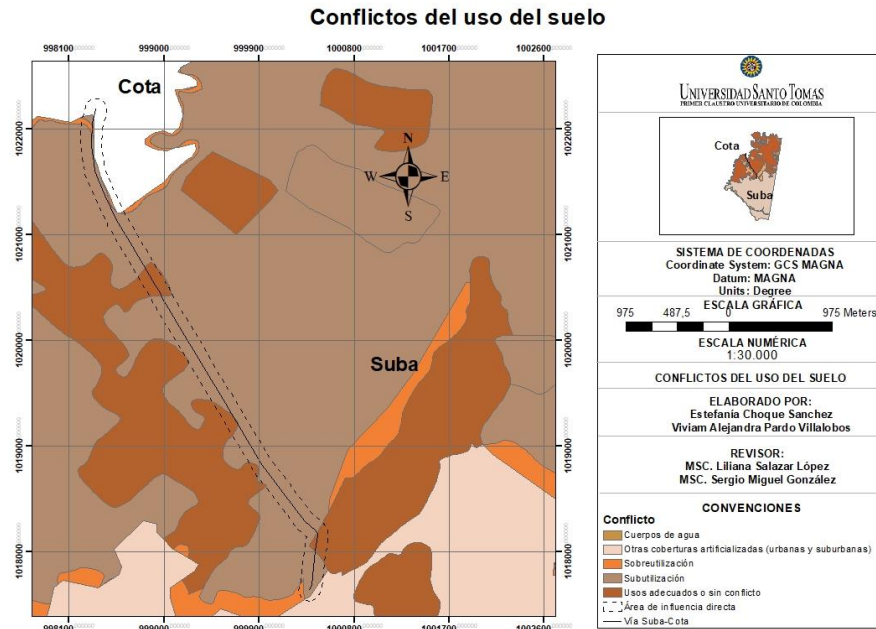
Fuente: Los Autores

7.1.3 Suelo y uso de la tierra

Con base en la información proporcionada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) se establece que en el área influencia directa de la vía Suba-Cota predomina el conflicto por la subutilización del suelo. La subutilización del suelo

hace referencia a que el uso actual dominante corresponde a un nivel inferior a la capacidad de uso sugerido. En la figura 31 se visualiza la distribución espacial de los conflictos del suelo en el área de influencia directa e indirecta de la vía.

Figura 31. Mapa de conflictos de uso del suelo del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota



7.1.4 Hidrología

El proyecto atraviesa la cuenca del río Bogotá, específicamente a la subcuenca Sector Tibitoc-Soacha. Con el propósito de determinar el régimen de caudales de esta zona hidrográfica se utilizan los datos registrados en el año 2019 por la estación limnigráfica río Bogotá- Puente Cundinamarca ubicada al final del tramo de la subcuenca, luego de una serie de cálculos se estima que el caudal promedio anual, el caudal máximo anual y el caudal mínimo para la subcuenca corresponden a los siguientes valores de manera respectiva: 16.5 m³/s, 57.8 m³/s y 2.27 m³/s (CAR & MINAMBIENTE, 2018).

Ente los sistemas lénticos y lóticos que presenta el área de influencia indirecta del proyecto, se encuentra el río Bogotá, el humedal la conejera, el humedal guaymaral, algunas lagunas y pantanos.

7.1.5 Calidad de agua

Con el fin de monitorear y diagnosticar el estado la calidad del agua de la subcuenca Tibitoc-Soacha se emplean el índice ICA.

El ICA agrupa los siguientes parámetros: coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno en 5 días (DBO5), nitratos (NO3), fosfatos (PO4), cambio de la temperatura y turbidez, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto. El ICA se calculó para cada uno de los puntos de monitoreo pertenecientes a la red de calidad hídrica del río (CAR & MINAMBIENTE, 2018).

Se tiene en cuenta los valores de la cuenca media del río Bogotá, dado que la subcuenca Tibitoc-Soacha se encuentra en este punto, los resultados obtenidos para esta cuenca indican que el 75 % de los puntos monitoreados cuentan con una calidad del agua mala y muy mala, es decir, que el valor de ICA esta entre el rango de 0 y 0.5, esta condición se debe a los altos valores de materia orgánica y nutrientes, además, los valores de oxígeno disuelto son deficiente y existe una alta concentración de patógenos (CAR & MINAMBIENTE, 2018).

7.1.6 Usos del agua

En la tabla 15 se calcula el balance hídrico para la subcuenca Tibitoc- Soacha con base a la demanda y oferta que presenta esta zona hidrográfica. La demanda total estimada para la subcuenca es de 9,89 m3/s, para llegar a este valor se contempla el caudal requerido para diversos usos y el caudal ecológico, entre los usos que demandan un caudal está el agropecuario, el industrial y el doméstico, siendo el último el más representativo con un valor de 5,357 m3/s, y en cuanto a la demanda ecológica se define que el caudal mínimo que debe permanecer en esta fuente es de 2.27 m3/s. La oferta está entre 15,21 m3/s y 20,67 m3/s dependiendo del periodo del año, estos valores repercuten en que el agua disponible sea 5,32 para el periodo seco y 10,78 en el periodo húmedo (CAR & MINAMBIENTE, 2018).

Tabla 15. Balance Oferta - Demanda (m3/s)

Demanda(m3/s)					Oferta (m3/s)		Balance (m3/s)	
Agropecua rio	Industrial	Domestica	Q ecologico	Total demanda	Periodo seco	Periodo húmedo	Periodo seco	Periodo húmedo

2,262	0,006	5,357	2,27	9,89	15,21	20,67	5,32	10,78
-------	-------	-------	------	------	-------	-------	------	-------

Fuente: (CAR & MINAMBIENTE, 2018)

7.1.7 Hidrogeología

La sabana de Bogotá cuenta con una red de monitoreo de aguas subterráneas conformado por 420 pozos y 15 aljibes, que se distribuyen en 9 subcuencas (Sisga, Tominé, Teusacá, Neusa, Fontibón, Chicú, Subachoque, Balsillas y Tunjuelito). Las mediciones de los pozos y aljibes permiten efectuar análisis históricos de los niveles de agua, los caudales de los acuíferos y la caracterización fisicoquímica del recurso hídrico (CAR, 2007).

Para el análisis hidrogeológico del área de influencia directa e indirecta del presente proyecto, se consideró la subcuenca de agua subterránea de Fontibón, donde se presentan suelos cubiertos por arcillolitas e intercalaciones de cuarzo, arenitas de grano fino a medio y mantos de carbón compacto pertenecientes a la edad del Cretácico-Paleógeno (CAR, 2007).

En cuanto a la caracterización de los pozos y aljibes de la subcuenca de agua subterránea de Fontibón, se presenta un total de 78 pozos con un caudal promedio explotado de 82,53 l/s; los niveles piezométricos se ubican entre los 2.552 y los 2.520 msnm y en general el agua subterránea fluye en el sentido SE-NO con un flujo que drena al Río Bogotá, en donde la Empresa de Acueducto y Alcantarillado tiene cobertura a excepción del área de los cerros. Por otro lado, la subcuenca Fontibón presenta concentraciones de hierro que se encuentran entre 5 y 10 mg/l, DBO entre 1 y 1,5 mg/l y DQO entre 6,9 y 15 mg/l. Los pozos con profundidades mayores a 300 metros tienen temperaturas de 25 a 33°C y a partir de los 400 metros se observan temperaturas de 28°C (CAR & MINAMBIENTE, 2018).

Las características anteriores, permiten que el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo surta a los sectores agrícola, ganadero, industrial, y por medio de tratamientos de potabilización al sistema de acueducto y alcantarillado (CAR & MINAMBIENTE, 2018).

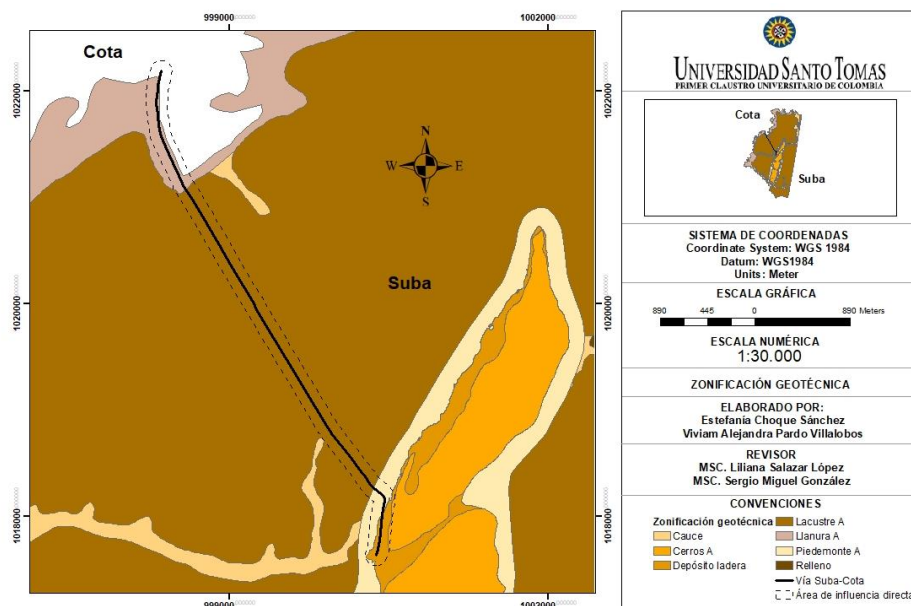
7.1.8 Geotecnia

El mapa de zonificación geotécnica aprecia la conservación de seis unidades geotécnicas compuestas por arcillas limosas blandas, arenas sueltas, gravas arcilloarenosas compactadas y rellenos heterogéneos; que en general se caracterizan por la presencia de rocas susceptibles a la meteorización, suelos con baja a media capacidad portante que presentan problemas de estabilidad de taludes en actividades de excavaciones a cielo abierto (IDIGER, 2010).

En cuanto al área de influencia directa, se encuentra en mayor proporción la unidad geotécnica Lacustre A que se caracteriza por ser un terreno plano con suelos muy blandos en presencia de arcillas limosas muy blandas; en menor proporción se encuentra la presencia de las unidades geotécnicas Llanura A, Pie de monte A y Depósito de ladera que en conjunto se caracterizan la presencia de gravas arcilloarenosas compactadas y arcillas limosas blandas con comportamientos geotécnicos generales de baja a media capacidad portante e inestabilidad de taludes (IDIGER, 2010).

La zonificación geotécnica con la respectiva clasificación de las unidades geotécnicas que conforman el suelo del área de influencia directa e indirecta se observa a continuación:

Figura 32. Mapa de zonificación geotécnica



Fuente: Los Autores

7.1.9Atmósfera

Para la descripción de los parámetros meteorológicos se utilizó información de las estaciones del IDEAM “Nueva Generación” identificada con el código 21206600 y de la estación “C.UNIV.AGROP-UDCA” identificada con el código 21206260.

La tabla 16 relaciona los valores promedios mensuales de temperatura máxima diaria promedio, temperatura mínima diaria promedio, humedad relativa diaria máxima, humedad relativa mínima diaria, precipitación y nubosidad, desde enero del 2017 hasta diciembre del 2019.

Tabla 16. Parámetros meteorológicos

Año	Temperatura máxima promedio (°C)	Temperatura mínima diaria (°C)	Humedad relativa máxima promedio (%)	Humedad relativa mínima promedio (%)	Precipitación Total Anual (mm)	Nubosidad diaria promedio (octavos de cielo cubierto)
2017	21,08	8,86	94,6	60	235,99	2
2018	20,81	8,89	93,95	59,38	268,05	2
2019	21,33	8,83	89,61	54,06	196,58	3

Fuente: Los autores

El gradiente de temperatura del área de influencia directa del proyecto durante los años 2017 - 2019 osciló entre 7 y 23 °C, estos valores máximos de temperatura se presentan dado que la nubosidad la mayor parte del año se encontró entre 2/8 y 3/8 de cielo cubierto. Igualmente, las precipitaciones mensuales totales registradas para el mismo rango de tiempo oscilaron entre los 0 - 770 mm; indicando un comportamiento típico de un ecosistema de sabana donde las temperaturas son altas y las precipitaciones bajas.

Por otro lado, la humedad relativa se encontró entre el 49 y el 99%, clasificándose en un rango de zona semihúmeda a muy húmeda, presentando periodos de lluvia bajos de abril a julio; cuando se presentan las máximas temperaturas y la menor fracción de cielo cubierto (nubosidad).

7.1.10 Calidad de aire

Con el propósito de determinar los niveles de contaminación atmosférica en el área de influencia directa se emplearon los datos promedios mensuales del año 2019, según información proporcionada por la estación de calidad de aire “Suba” ubicada en la Carrera 111 # 159A-61 de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá; donde se compararon los resultados obtenidos con los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire propuestos en la resolución 2254 de 2017.

La norma vigente de calidad de aire anual, diaria y horaria se presenta en la tabla 17

Tabla 17. niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire

Parámetro	Norma Anual	Norma diaria	Norma horaria
PM10	50 µg/m ³	100 µg/m ³	
PM2.5	25 µg/m ³	50 µg/m ³	
SO ₂		50 µg/m ³	100 µg/m ³
O ₃		100 µg/m ³ (8 horas)	

Fuente: resolución 2254 del 2017

La tabla 18 presenta los valores mínimos y máximos de los parámetros de calidad de aire para el año 2019.

Tabla 18. parámetros de calidad de aire del área de influencia directa

Año	Parámetro de calidad de aire	Estación	Valor	Diagnóstico
2019	Ozono (O ₃)	Suba	Entre 17,49 µg/m ³ -41,54µg/m ³	Valores inferiores al máximo establecido por la norma diaria
2019	S _{O2}	Suba	Entre 2,55 µg/m ³ - 9,93 µg/m ³	Valores inferiores al máximo establecido por la norma diaria
2019	PM10	Suba	Entre 31 µg/m ³ - 61 µg/m ³	Valores inferiores al máximo establecido por la norma diaria
2019	PM2,5	Suba	Entre 8 µg/m ³ -29 µg/m ³	Valores inferiores al máximo establecido por la norma diaria

Fuente: Los Autores

Según los datos obtenidos de la estación de calidad de aire Suba, se puede evidenciar que durante el año 2019 los valores no sobrepasaron los niveles

máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire propuestos por la resolución 2254 de 2017; sin embargo, cabe destacar que la Organización Mundial de la Salud (OMS), propone lineamientos menos flexibles donde los parámetros de PM10 y PM2.5 no cumplen con las directrices de la OMS.

7.1.11 Ruido

Para el diagnóstico del comportamiento del ruido, se retomó la información primaria recopilada por Jorge Parra Consultoría-Interventoría en el proyecto “Actualización, verificación, revisión, ajustes y complementación a los Estudios y Diseños de la Avenida Ciudad de Cali entre la Calle 153 y la Avenida San José, en Bogotá, D.C”, donde se realizó un monitoreo con 8 puntos de análisis cercanos al área de influencia directa como se identifica en la siguiente tabla:

Tabla 19. Puntos de monitoreo de los niveles de ruido y promedios reportados

Sitio de Monitoreo	Número de Puntos	Promedio dB(A)
Cultivo de Flores	3	73,1
Colegio Nuevo Campestre	1	76,1
Clínica Juan N. Corpas	1	65,1
Calle 153 con carrera 105	1	58,5
Agrosuba	1	73,9
Calle 149 con carrera 105	1	70,4
Promedio de la Zona		69,5

Fuente: Estudios y diseños de la avenida ciudad de Cali entre la calle 153 y la avenida San José, en Bogotá D.C-J (Jorge Parra Consultoría, 2004)

La tabla anterior, presenta un valor promedio de 69,5 dB(A), superando los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido para el sector B (Tranquilidad y Ruido Moderado) que es de 65 dB(A) en el día, según lo establecido por la resolución 627 de 2006.

Por otro lado, se retomaron los monitoreos realizados por la firma ASA FRANCO & CIA S. EN C. Ingeniería Sanitaria y Ambiental, durante los meses de enero y agosto de 2004 para el Consorcio Vías Bogotá en el proyecto “Construcción y Mantenimiento de la Avenida Ciudad de Cali, desde la Calle 153 hasta la Avenida San José, en Bogotá D.C”. Los monitoreos se realizaron cada quince (15) minutos con intervalos de una (1) hora en un periodo de doce (12) horas y durante (1) día; ubicándose en la carrera 106 No. 154A-65, cuyos resultados obtenidos durante la fase de ejecución de obras (23, 27 y 29 de enero de 2004) y para el sector con las

actividades de construcción finalizadas (9 de agosto de 2004) se presentan en la tabla 20.

Tabla 20. Resultados monitoreo de ruido-CRA 106 #154A-65-Av. Ciudad de Cali

Fecha	Hora	Rango (dB)	Tiempo	Niveles de ruido (dB(A))		
23 de enero-04	09:30-20:30	40-100	15 min	LEQ	MAX	MIN
Promedio Diurno				63,7	77,3	54,9
Promedio Nocturno				56,1	71,7	45,5
27 de enero-04	08:00-19:00	40-100	15 min	LEQ	MAX	MIN
Promedio Diurno				65,9	80,2	59,4
Promedio Nocturno				64,2	80,6	59,3
29 de enero-04	08:00-19:00	40-100	15 min	LEQ	MAX	MIN
Promedio Diurno				59,4	78,3	48,8
Promedio Nocturno				65,1	76,6	56,7
9 de agosto-04	09:00-20:00	40-100	15 min	LEQ	MAX	MIN
Promedio Diurno				55,2	62,5	52,1

Fuente: Construcción y Mantenimiento de la Avenida Ciudad de Cali, desde la Calle 153 hasta la Avenida San José, en Bogotá D.C. IDU 2004 (Jorge Parra Consultoría, 2004)

Como se observa en la tabla anterior, los valores promedio de los muestreos diarios de los días 23 de enero, 27 de enero y 9 de agosto superan los 65 dB(A) que se pueden emitir según la resolución 627 de 2006, igualmente los promedios nocturnos de los monitoreos realizados no cumplen con los 55 dB(A) establecidos por la norma.

7.2. MEDIO BIÓTICO

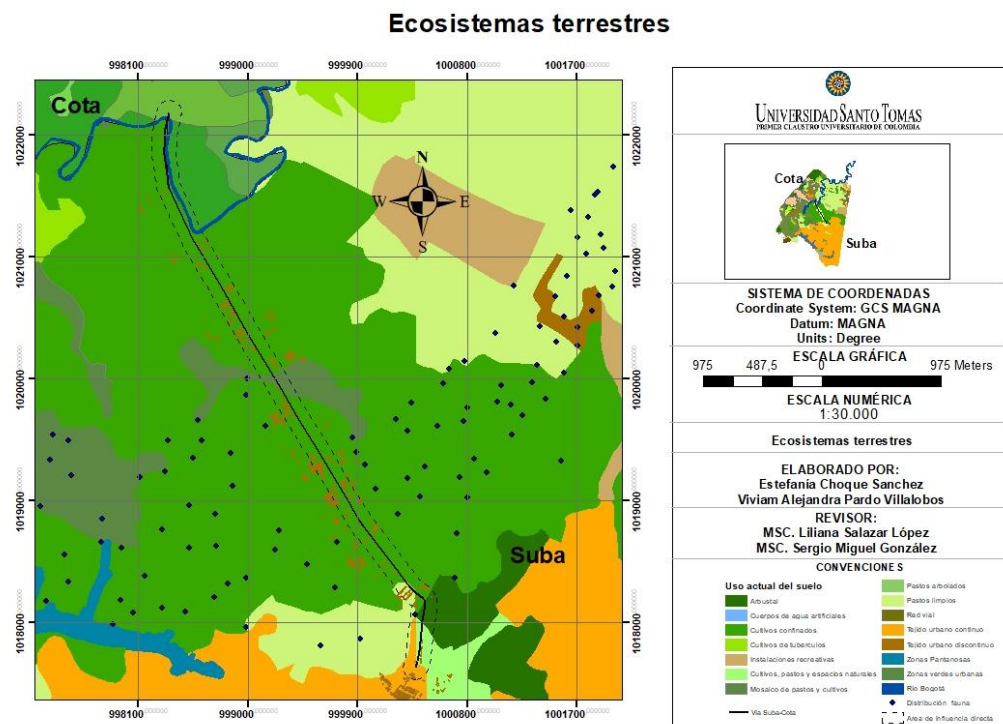
7.2.1. Ecosistemas

Los ecosistemas terrestres del área de influencia directa e indirecta del proyecto pertenecen al orobioma andino, ubicado en la altiplanicie cundiboyacense; el cual se caracteriza por la presencia de bosques húmedos tropicales, que han sido intervenidos por el hombre para expandir sus actividades antropogénicas, estos bosques tienen relictos de especies nativas como el Aliso (*Alnus acuminata*), roble, nogal, liquidambar, carbonero, entre otras que a través del tiempo se han visto alterados por las siembras de Pinos (*Pynus Sylvestris*), Cipreses (*Cupressus*) y eucaliptos (*Eucalyptus*); especies, que se desarrollan en temperaturas que oscilan entre los 15 y los 30°C y que al no pertenecer al ecosistema natural de la sabana

de Bogotá pueden llegar a ocasionar problemas de esterilización del suelo o disminución de las reservas de agua subterránea (CAR, 2011).

La cobertura vegetal del área de influencia directa e indirecta se exhibe con arbustos, cultivos, pastos, zonas pantanosas y zonas verdes urbanas, de acuerdo con lo expuesto en la metodología Corine Land Cover, como se indica en la figura 33.

Figura 33. Mapa de ecosistemas terrestres del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota



Fuente: Los Autores.

En la tabla 21 se encuentra la descripción de cada una de las unidades de cobertura vegetal encontradas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, según la metodología Corine Land Cover:

Tabla 21. Descripción unidades de cobertura vegetal

Foto unidad de cobertura	Unidad de cobertura
	Arbustal: Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. “Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 5 m fuertemente ramificado en la base y sin copa definida” (FAO, 2001)
	Cultivos confinados: Comprende el espacio de tierra perteneciente a cultivos que se encuentran bajo infraestructuras de invernaderos y cubierta por materiales transparentes; principalmente se hace referencia al cultivo de flores, frutas y hortalizas
	Cultivos de tubérculos: Es la cobertura compuesta principalmente por cultivos transitorios de tubérculos.
	Instalaciones recreativas: Son terrenos que se utilizan para actividades como camping, deporte, parque, entre otras actividades recreacionales.
	Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales: representan las tierras con cultivos en combinación con pastos y espacios naturales
	Mosaicos de pastos y cultivos: representan las tierras con cultivos y pastos, en los cuales las parcelas son inferiores a 25 Ha
	Pastos arbolados: hace referencia a las tierras que se encuentran cubiertas por pastos, en las cuales existe la presencia de potreros con algunos árboles
	Pastos limpios: Estos terrenos representan un recubrimiento mayor al 70% de pastos limpios

	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados: son terrenos que se encuentran ocupados por vías férreas, autopistas y carreteras, también incluyen estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes
	Tejido urbano continuo: son los espacios que se encuentran conformados por edificaciones e infraestructura adyacente
	Tejido urbano discontinuo: son los espacios conformados tanto por edificaciones como por zonas verdes
	Zonas pantanosas: Hace referencia a las zonas bajas que generalmente permanecen inundadas la mayor parte del año; pueden estar conformadas por zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación y depresiones naturales
	Zonas verdes urbanas: Son los espacios con zonas verdes dentro del tejido urbano

Fuente: Los autores, basado en la Metodología Corine Land Cover (2010) (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & IDEAM, 2010)

- **Flora**

La composición florística del área del proyecto, se retoma un estudio realizado por el consorcio Suba-Cota en el año 2007 en donde se efectúa un inventario de la totalidad de los árboles y vegetación encontrados en el segmento vial que limita el río Bogotá y Municipio de Cota, en sentido norte-sur hasta llegar al cruce de la Avenida Suba-Cota con la avenida San José (Calle 170). Las especies vegetales identificadas en el inventario realizado por el consorcio Suba-Cota se presentan a tabla 22.

Tabla 22. Especies vegetales presentes en el área de influencia directa del proyecto

ESPECIE	CANTIDAD	ESPECIE	CANTIDAD	ESPECIE	CANTIDAD
Urapán	367	Chilco	5	Dulcomoco	1
Eucalipto	251	Palma Yuca	4	Espino	1
Ciprés	231	Tagua	3	Cordoncillo	1
Acacia Japonesa	200	Cucubo	3	Falso Pimiento	1
Acacia Gris	113	Tuno	3	Abutilón	1
Sauco	113	Algodón Africano	3	Araucaria	1
Sauce	75	Arboloco	3	Caucho tequendama	1

Acacia Bracatinga	63	Cerezo	3	Cayeno	1
Pino Ratiata	50	Holly Naranja	3	Cedro de altura	1
Aliso (Alnus acuminata)	43	Mimbre	3	Eucalipto Plateado	1
Corono	25	Roble	3	Eucalipto Rojo	1
Guayacan de Manizales	23	Alcaparro Enano	2	Holly Liso	1
Seto de Acacia Japonesa	21	Borrachero Rojo	2	Mermelada	1
Jazmin del Cabo	19	Calistemo	2	Papayuelo	1
Pino Patula	17	Cedro Nogal	2	Siete cueros nazareno	1
Seto de ciprés	14	Eugenia	2	Trompeto	1
Seto de aliso	8	Ligustrum	2	Seto de acacia bracatinga	1
Cajeto	6	Pajarito	2	Seto de cucubo	1
Tibar	5	Pino Romerón	2	Seto de palma yuca	1
Total Individuos + Setos					1715

Fuente: (Consorcio Suba-COTA, 2007)

- **Fauna**

La medida de la biodiversidad cumple una función importante en la evaluación del impacto de los proyectos de infraestructura sobre los sistemas ecológicos, es así como el inventario de fauna del presente estudio se fundamenta en información secundaria para el área de influencia indirecta del proyecto, obtenida del Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C “Thomas van der Hammen” realizado en el 2011.

La presencia de anfibios en el área de influencia indirecta del proyecto es muy reducida puesto que el clima es relativamente seco; razón por la cual solo se encuentra la rana verde (*Dendrosophus Labialis*), la rana (*Phylllobates subpunctatus*) y el sapo (*Colostethus subpunctatus*) (CAR, 2011).

La comunidad de reptiles en esta zona es muy escasa debido a la cota de altura, a las bajas temperaturas presentes en la sabana y a la baja presencia de bosques altoandinos, que son lugares de especiación y refugio de varias especies (CAR, 2011) .Esta afirmación la soportan las escasas seis especies de reptiles reportadas por la CAR para la sabana de Bogotá (Tabla 23)

Tabla 23. Reptiles presentes en la sabana de Bogotá

Familia	Especie	No. Común	Distribución
Colubridae	<i>Atractus Crassicaudatus</i>	Tierrera	Endémico altiplano
	<i>Liophis epinephelus binaculatus</i>	Tierrera	Amplia
Gymnophthalmidae	<i>Anadia bogotensis</i>	Lagartija	Endémica altiplano
	<i>Proctoporus striatus</i>	Charchala	Amplia
Polychrotidae	<i>Phenacosaurus heterodermus</i>	Camaleón	Amplia
Tropiduridae	<i>Stenocercus trachycephalus</i>	Collarejo	Amplia

Fuente: (CAR, 2011)

En cuanto a la comunidad de aves, la sabana de Bogotá es el sitio más importante de evolución de las aves acuáticas de altura en el norte del continente (Fjeldsa, 1985). Por esta razón se encuentra una gran diversidad de especies, como las identificadas en la tabla 24

Tabla 24. Principales especies de aves encontradas en la sabana de Bogotá

Nombre científico	Nombre Común
<i>Agelalus icterocephalus bogotensis</i>	Monjita sabanera
<i>Anas georfica</i>	Pato pico de oro
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera
<i>Cistothorus apolinari</i>	Chirriador, cucarachero de pantano
<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cundiboyacense
<i>Fulica americana colombiana</i>	Tingua de pico amarillo
<i>Gallinula chloropus</i>	Tingua de pico rojo
<i>Gallinula melanops bogotensis</i>	Tingua de pico verde
<i>Notyiochelidon murina</i>	Golondrina negra bogotana
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato andino
<i>Podilymbus podiceps</i>	Pato zambullidor
<i>Porphyryla martinica</i>	Tingua azul
<i>Pseudocolopteryx acutipennis</i>	Doradito lagunero
<i>Rallus semiplumbeus</i>	Tingua Bogotana
<i>Vanellus chilensis</i>	Alcaraván, pellar común

Fuente: Los autores basados en: PMA Reserva Thomas Van Der Hammen (CAR, 2011)

La mayoría de los mamíferos en el área de influencia indirecta hace parte de registros casuales, en donde se acercan a los humedales para tomar agua, bañarse, refugiarse o conseguir alimento. Para esta zona, no se posee un inventario de

mamíferos; sin embargo, se puede obtener una probable distribución basada en estudios realizados y registros históricos (CAR, 2011).

En año 2011 la CAR realizó un estudio de mamíferos en donde se reporta la presencia del ratón arrocero (*Oligoryzomys cf. griselous*) y especies introducidas como la rata de barco (*Rattus rattus*), rata parda (*Rattus novergicus*) y ratón doméstico (*Mus musculus*). De igual modo, se reportan ocho especies de murciélago: murciélago frutero (*Carollia perspicillata*), *Sturnira ludovici* (murciélago de hombros amarillo), murciélago de hombros amarillos de Bogotá (*Sturnira bogotensis*), murciélago lengüilargo (*Anoura geoffroyi*), murciélago orejudo (*Histiotis montanus*), murciélago ceniciento (*Lasiurus cinereus*), murciélago negro pequeño (*Myotis nigricans*), murciélago cola de ratón (*Tadarida brasiliensis*) (DAPHNIA LTDA., 1995; CI y EAAB, 1999 y Calvachi, 2003); y la subespecie *Cavia porcellus anolaimae* (CAR, 2011).

Por otro lado, en los ecosistemas acuáticos, del área de influencia directa del proyecto se encuentra un tramo del río Bogotá, limitando con el municipio de Cota; este afluente es la principal fuente hídrica de la Sabana de Bogotá y es el receptor de los aportes domésticos de los habitantes que residen en el área de influencia de la cuenca alta, media y baja.

Según estudios realizados por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR en el año 2012, en la cuenca media del Río Bogotá (tramo que pasa por el municipio de Cota) se encuentra la presencia de pocas especies cangrejo sabanero (*Neostrengeria macropa*), gonopodos y maxilípedos debido a la alta carga contaminante que el río lleva. Por otro lado, en la cuenca alta y media del río Bogotá la fauna íctica está compuesta principalmente por las siguientes especies: trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), Capitán enano (*Trichomycterus bogotense*), Capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) especie amenazada en el libro rojo de peces dulceacuícolas y Guapucha (*Grundulus bogotensis*) (CAR, 2012).

7.2.2 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

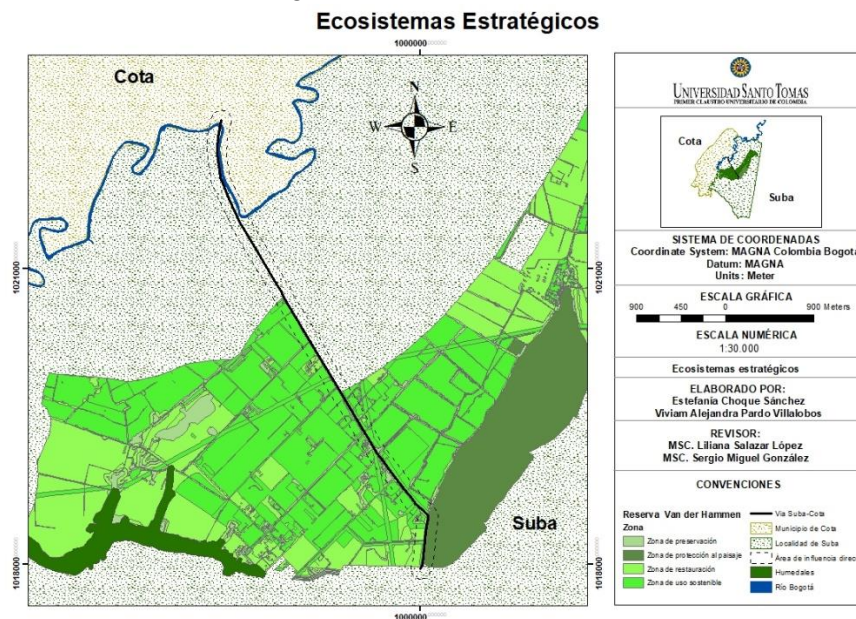
En la actualidad la vía Suba-Cota, se encuentra ubicada geográfica y políticamente sobre el área de protección ambiental de la Reserva Thomas Van der Hammen; sin embargo en el área de influencia directa de la ampliación contemplada en el presente proyecto se destaca la presencia de cultivos de flores, escenarios deportivos, recreativos, educativos y diferentes comercios como restaurantes y

tiendas locales, que según la zonificación ambiental realizada por la CAR pertenece a las zonas de uso sostenible.

Por otro lado, el área de influencia indirecta contempla la presencia de, zonas de protección al paisaje, zonas de restauración, zonas de preservación y humedales como: Humedal la Conejera, Humedal Guaymaral, Humedal Tibabuyes y Humedal Juan Amarillo.

En la figura 34, se identifica la clasificación de los ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas del área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Figura 34. Mapa de ecosistemas estratégicos del área de influencia indirecta de la vía Suba-Cota



Fuente: Los Autores

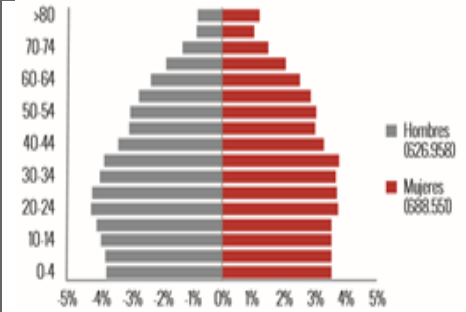
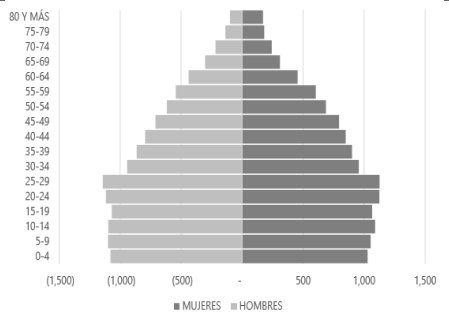
7.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

Teniendo en cuenta que el área de construcción de la vía corresponde a 145.000 m² de ampliación, considerada como una escala pequeña, pero que abarca indirectamente las poblaciones de Suba y Cota el análisis socioeconómico en términos de indicadores se presenta para las dos poblaciones.

7.3.1. Demografía

El componente de demografía comprende el análisis poblacional desde el punto de vista de la dinámica que se ha presentado en las dos poblaciones según los datos del censo del año 2005 para la localidad de suba y el CENSO del año 2018 para el municipio de Cota.

En la tabla 25 se identifica la dinámica poblacional, la densidad poblacional y la población étnica de la localidad de suba y el municipio de Cota

Tabla 25. Indicadores demográficos		
Indicador	Suba	Cota
Dinámica poblacional	 La gráfica representa una pirámide de proporción poblacional estable, debido a que la base es ancha y la parte superior es angosta; esto se evidencia cuando la tasa de natalidad y mortalidad no presenta a través del tiempo variaciones de gran importancia. El grueso poblacional se concentra de los 20 a los 35 años para las mujeres y de los 20 a los 29 años para los hombres, destacando que la población joven adulta representa un mayor porcentaje en comparación con la población de adultos mayores	 La gráfica destaca una pirámide de proporción poblacional transicional, es decir, que se mantiene una tasa de natalidad y mortalidad con muy pocas variaciones. Del mismo modo, en la pirámide, se observa que la población de los 0 a los 4 años es menor, en comparación con la población infantil y juvenil, esto se puede presentar debido a la inserción de los métodos de planificación familiar que se han ido implementando desde el año 1960.
Densidad poblacional	Zona rural: 0,13 hab/Ha Zona Urbana: 171,15 hab/Ha	Zona rural: 2,17 hab/Ha Zona urbana: 83,98 hab/Ha

Población degradada por sexo	Hombres: 626.958 Mujeres: 688.551	Hombres:15.679 Mujeres:16.189
Población indígena	2.526	3509
Población negra, mulata o afrocolombiana	182	14291
Población raizal	11	187
Población rom	0	0
Población palenquero	0	0

Fuente: Los Autores, basados en: Censo de población año 2005 (DANE, 2015)

7.3.2. Componente espacial

En el componente espacial evalúa el estado actual de los servicios públicos en la Localidad de Suba y en el municipio de cota, teniendo en cuenta cobertura y calidad para servicios de acueducto, alcantarillado, recolección de residuos sólidos, energía, telecomunicaciones, internet y transporte (Tabla 26)

Tabla 26. Componente espacial

Servicio	Suba		Cota		Infraestructura
	Cobertura	Calidad	Cobertura	Calidad	
Sistema de acueducto	92%	Alta	91,7 %	Alta	Planta de tratamiento de agua potable Tibitoc
Sistema de alcantarillado	85%	Alta	75,6	Alta	-Sistema de alcantarillado pluvial -Sistema de alcantarillado sanitario
Sistema de recolección y disposición de residuos sólidos	99,9 %	Alta	99%	Alta	-Relleno Doña Juana
Servicios de energía y telecomunicaciones	99,7%	Alta	99,7	Alta	-Red de transmisión de energía -Red de distribución de energía para media y baja tensión -Postes -Torres de energía -Antenas de

					transmisión -Nodos de fibra óptica
Transporte	74%		90%	Alta	-Portal Suba
Acceso a internet	74,8%		36%	Baja	-Nodos de fibra óptica -Antenas de transmisión

Fuente: Los autores basados en Mapas temático DANE (DANE, 2019)

7.3.3 Servicios sociales

El componente social contempla la infraestructura educativa, de salud, transporte, medios de comunicación y cementerios para la localidad de Suba, el municipio de Cota y para la vía Suba-Cota como se presenta en la tabla 27:

Tabla 27. Servicios sociales

Servicio	Suba	Cota	Vía Suba-Cota
Infraestructura educativa	- 417 Colegios	3 Colegios	16 colegios
Infraestructura de Salud	-3 hospitales -3 clínicas	3 centros médicos	-No se encuentra infraestructura
Infraestructura de transporte	-Portal suba -Paraderos de SITP	-Portal de buses	No se encuentra infraestructura de transporte
Camposantos y cementerios	3 cementerios	1 cementerio	No se encuentra infraestructura

Fuente: Los Autores

7.3.4 Componente económico

- **Estructura de la propiedad:**

En la tabla 28 se presenta un aproximado del porcentaje de la población total de suba con propiedades (casa, apartamento y cuarto), según los mapas temáticos generados por el DANE:

Tabla 28. Estructura de la propiedad

Descripción	(%) población de Suba	(%) población de Cota
Casa	Menor al 50%	50,1% al 60%
Apartamento	Mayor al 40%	25,1% al 40%
Cuarto	Mayor al 6%	2,1% al 3,1%

Fuente: Los autores basados en Mapas temático DANE (DANE, 2019)

- **Caracterización del mercado laboral actual en el área de influencia directa**

Las principales actividades económicas del área de influencia directa del proyecto son los cultivos de flores para los servicios de exportación del país, agricultura y comercio en establecimientos como: restaurantes, viveros, tiendas y lugares dedicados al recreación y deporte.

8. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental de la ampliación de la vía Suba-Cota, parte del diagnóstico ambiental y se realiza con fines de identificar la estructura ecológica y las unidades ambientales de uso sostenible, para así identificar aquellas que se encuentran en conflicto debido a la demanda ambiental que se da en la zona de influencia de la vía, así como la determinación de los escenarios que presentan la susceptibilidad a recibir riesgos ambientales. En este sentido, la zonificación ambiental se realiza para la definición de unidades ambientales que permitan por un lado la identificación de zonas con diversos grados de sensibilidad y así poder proponer lineamientos de manejo ambiental, sobre las zonas definidas.

Para efectos de la presente zonificación, se trabajaron los siguientes aspectos:

- Definición de la capacidad de uso del suelo: áreas clasificadas en términos de su vocación de uso, en donde el suelo puede ser manipulado desde un punto de vista general y sostenible y no para actividades agrícolas específicas que pueden causar problemas de deterioro del suelo.
- Tipificación de la demanda ambiental: áreas caracterizadas según la cobertura vegetal y el uso actual del suelo presente en el territorio siguiendo la metodología europea Corine Land Cover (2010).
- Identificación de los conflictos ambientales: áreas donde se presentan problemas de capacidad de uso del suelo con las actividades antrópicas presentes generan un impacto o daño sobre el medio ambiente, es decir, las áreas donde el uso actual es diferente al uso potencial, y por ende se generan diversos tipos de conflictos.
- Zonificación de riesgos: en este caso debido a la ampliación de la vía, se trabajó solamente con la definición de las áreas susceptibles a deslizamientos e inundaciones.

8.1 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

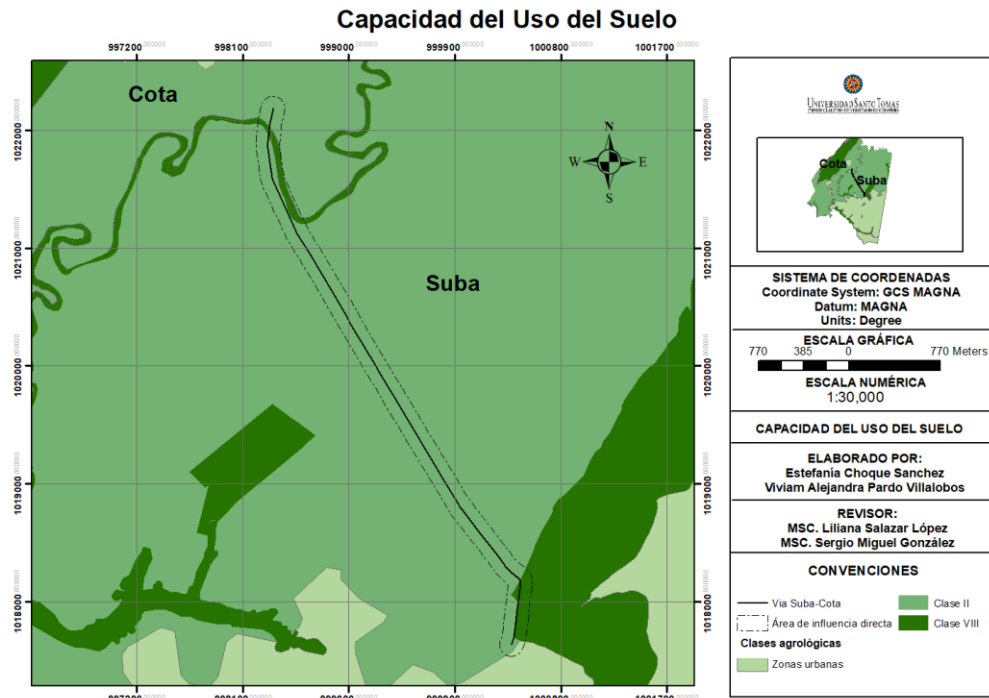
La clasificación por capacidad de uso del suelo se fundamenta en los siguientes aspectos: características del suelo, riesgos de deterioro, limitaciones en su uso, capacidad de producción y sus requerimientos de manejo.

En la figura 35, se observa la distribución de la capacidad de uso del suelo, las clases y usos que se destacan en el área de influencia directa e indirecta son:

- Clase II: Estas tierras son apropiadas para uso agrícola con cultivos transitorios, semiperennes, perennes y ganadería intensiva con pastos de alto rendimiento; requieren de riego suplementario, prácticas de

- conservación y obras de ingeniería para manejar el agua de escorrentía (IGAC, 2014).
- Clase VIII: Tierras destinadas a la conservación debido a su extrema vulnerabilidad y a la importancia con la que cuentan como ecosistemas estratégicos en la regulación hídrica y por su interés científico(IGAC, 2014).
 - Zona urbana.

Figura 35. Capacidad de uso del suelo



Fuente: Los autores

En la Tabla 29 se calcula el porcentaje de ocupación de cada clase referente a la capacidad de uso del suelo sobre el área de influencia directa.

Tabla 29. Área ocupada por las clases de ocupación del suelo sobre el área de influencia directa de la vía Suba-Cota

Descripción	Área (Ha)	Área (%)
Clase II	94,50	88,56
Clase VIII	11,35	10,63
Zona urbana	0,86	0,81

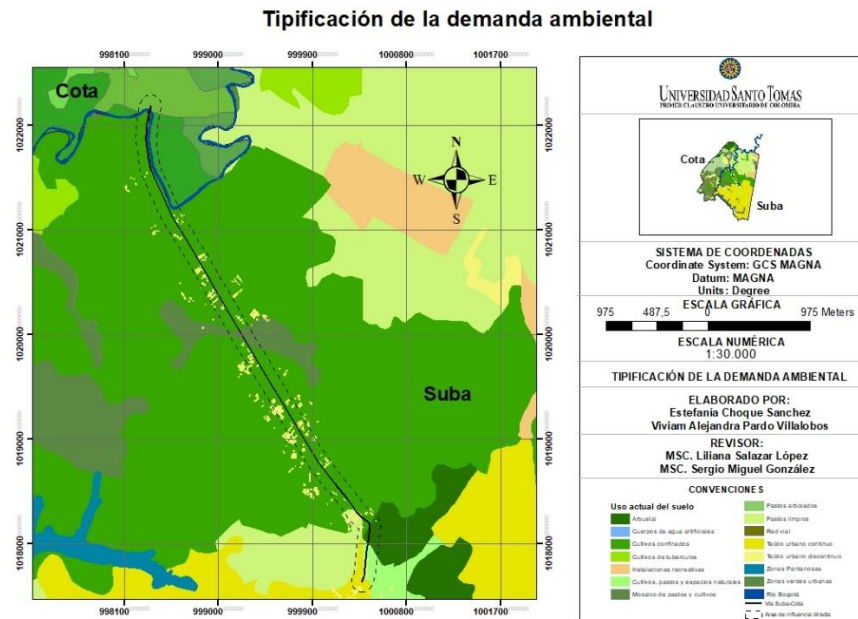
Fuente: Los Autores

8.2 TIPIFICACIÓN DE LA DEMANDA AMBIENTAL

La tipificación de la demanda ambiental se basa en la caracterización de la cobertura vegetal (medio biótico), las actividades antrópicas e infraestructura (medio socioeconómico) existentes en el área de estudio según la metodología Corine Land Cover explicada en la tabla 21.

En la figura 36 se identifica la cobertura vegetal y el uso actual del suelo del área de influencia directa de la ampliación de la vía Suba-Cota.

Figura 36. Tipificación de la demanda ambiental



Fuente: Los Autores

De acuerdo con los resultados obtenidos de la tipificación de la demanda ambiental, el área de influencia directa de la vía Suba-Cota cuenta con la presencia de tejido urbano discontinuo y unidades de cobertura vegetal tales como cultivos confinados, mosaicos de pastos y cultivos, mosaicos de pastos y espacios naturales, pastos limpios y arbustos que deben ser intervenidos dentro de las actividades de construcción de la ampliación de la vía Suba-Cota.

La tabla 30 presenta el área ocupada de cobertura vegetal e infraestructura dentro del área de influencia directa.

Tabla 30. Área ocupada de cobertura vegetal e infraestructura en el área de influencia directa de la vía Suba-Cota

Descripción	Área (Ha)	Área (%)
Tejido urbano discontinuo	9,98	9,35
Mosaico de pastos y cultivos	6,26	5,87
Pastos limpios	3,03	2,84
Cultivos confinados	73,35	68,73
Cultivos, pastos y espacios naturales	4,53	4,24
Arbustal	3,48	3,26
Tejido urbano continuo	3,69	3,46
Rio Bogotá	2,40	2,25

Fuente: Los Autores

8.3 CONFLICTOS AMBIENTALES

La presencia de conflictos ambientales se genera por la existencia de una incompatibilidad entre la oferta y demanda ambiental del suelo.

Al comparar la capacidad de uso del suelo con la demanda ambiental del terreno perteneciente al área de influencia directa se evidencia un conflicto ambiental a lo largo de la vía Suba-Cota, puesto que, según las clases agrológicas asignadas para este terreno debería haber presencia de cultivos intensivos (Clase II) y áreas de protección (Clase VIII), sin embargo, en la actualidad no se le da cumplimiento a ello, en las zonas a las que se les atribuye una clase II y una clase VIII el uso actual corresponde a un tejido urbano discontinuo y a un mosaico de pastos y cultivos, respectivamente.

La clasificación del conflicto ambiental se basa en la importancia ecológica de la unidad afectada y a la magnitud del cambio. En la tabla 31 se muestra el porcentaje de cada conflicto respecto al área de influencia directa, el 5,64% del área de influencia directa presenta un conflicto ambiental, sobre este porcentaje predomina un conflicto moderado con 3,37 Ha (3,15%) y luego se encuentra un conflicto alto con 2,02 Ha (1,89%).

Tabla 31. Zonificación de conflictos ambientales

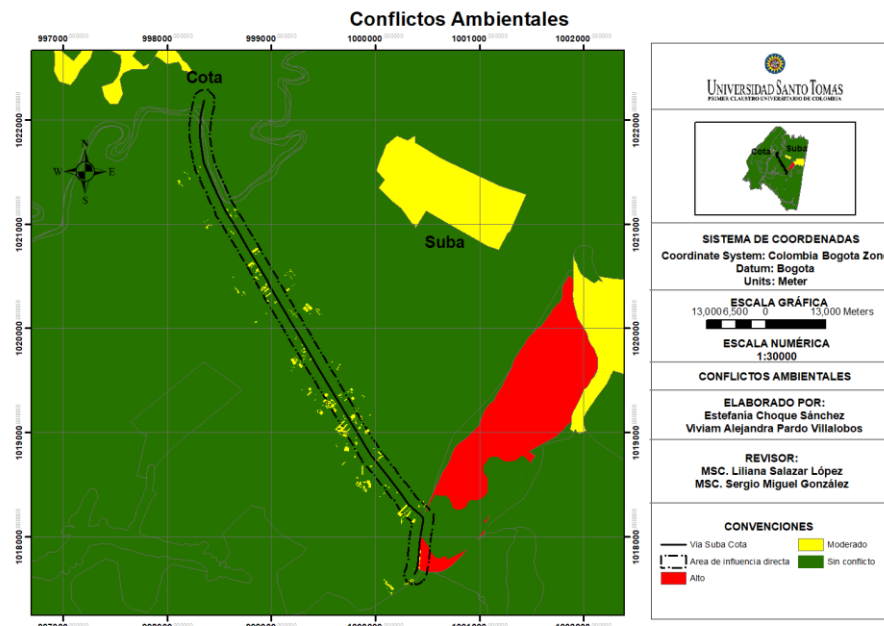
DEMANDA AMBIENTAL	OFERTA AMBIENTAL	CLASIFICACIÓN CONFLICTO	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
-------------------	------------------	-------------------------	-----------	----------

Cultivos confinados Mosaico de pastos y cultivos y espacios naturales	Clase VIII	Alto	2,02	1,89
Tejido urbano discontinuo	Clase II	Moderado	3,37	3,15
Mosaico de pastos y cultivos Cultivos confinados	Mosaico de pastos y cultivos Cultivos confinados	Sin conflicto	101,32	94,96

Fuente: Los autores

En la figura 37 se identifican las zonas de conflicto ambiental presentes en el área de influencia directa e indirecta para la ampliación de la vía Suba-Cota.

Figura 37. Identificación de conflictos ambientales



Fuente: Los autores

8.4 ZONIFICACIÓN DE RIESGOS

La zonificación de riesgos consta principalmente del análisis de la susceptibilidad a deslizamientos e inundaciones, que se determinaron por medio de las características geológicas, geomorfológicas e hidrológicas del área de influencia directa de la ampliación de la vía Suba-Cota. Las variables evaluadas en la zonificación de riesgos del presente proyecto son:

- Pendiente del terreno: la pendiente del terreno es una variable geomorfológica y se encuentra directamente relacionada con los movimientos en masa debido a sus características geométricas que se pueden visualizar en las geoformas. De igual modo, la pendiente del terreno permite conocer las tensiones de cortes tangenciales y normales en suelos e influye directamente en la distribución de agua de ladera (IDEAM, 2012)
- Litología: es una variable geológica que permite conocer las características de las rocas y su resistencia al presentarse movimientos en masa (IDEAM, 2012) .
- Tipo de relieve: el relieve es una variable que se encuentra relacionada con los movimientos de masa y tiene especial importancia respecto a los valores de pendientes característicos del terreno.
- Profundidad y velocidad del afluente: son variables utilizadas en modelos hidrológicos para conocer la amenaza a inundaciones por medio de los valores de los caudales máximos de diferentes periodos de retorno.

De acuerdo con lo anterior, para conocer la amenaza a riesgos por deslizamientos de tierra e inundaciones se realizó una parametrización de las variables de la siguiente manera:

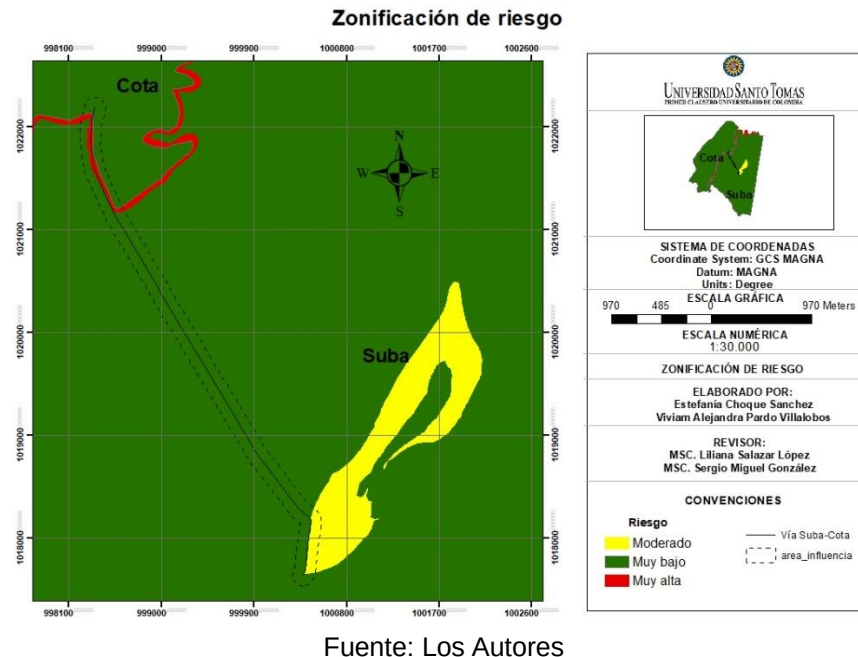
Tabla 32. Parametrización de las variables

Riesgo	Susceptibilidad a deslizamientos		Susceptibilidad a inundaciones	
	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 1	Criterio 2
Muy bajo	Predominan procesos acumulativos que presentan formas con altura relativamente planas	Topografía plana a inclinada	$Z < 0,2 \text{ m}$	$V < 1 \text{ m/s}$
Bajo	Ocurrencia de procesos acumulativos y erosivos. Formas altas y bajas con altura relativa media	Topografía con pendientes suaves	$0,2 \text{ m} > Z < 0,5 \text{ m}$	$1 \text{ m/s} > V < 1,5 \text{ m/s}$
Moderado	Predominan procesos erosivos, algunos procesos acumulativos. Formas altas y bajas, altura relativa moderada	Topografía con pendientes moderadas	$0,5 \text{ m} > Z < 1,0 \text{ m}$	$1,5 \text{ m/s} > V < 2,0 \text{ m/s}$
Alto	Predominan procesos erosivos, predomina formas altas con pendiente suave a abrupta y altura relativa considerable	Topografía abrupta	$1,0 \text{ m} > Z < 1,5 \text{ m}$	$2,0 \text{ m/s} > V < 2,5 \text{ m/s}$
Muy alto	Predominan procesos erosivos. Formas abruptas y de altura relativa considerable	Topografía abrupta. Alternancia litológica	$Z > 1,5 \text{ m}$	$V > 2 \text{ m/s}$

Fuente: Los autores, basado en: Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno al movimiento de masa. (IDEAM, 2012)

La figura 38 presenta la zonificación de riesgos a deslizamientos de tierra para el área de influencia directa de la ampliación de la vía Suba-Cota

Figura 38. Zonificación de riesgos a deslizamientos de tierra



Fuente: Los Autores

De acuerdo con la zonificación de riesgos, en el área de influencia directa prevalece en un 85% “RIESGO MUY BAJO”, esta condición se presenta dado que el terreno se caracteriza por tener topografía plana con pendientes de 1-7% y procesos acumulativos de depósitos clásticos hidrogénicos en mantos de ceniza volcánica, con características de suelos bien drenados que disminuyen la probabilidad de deslizamientos. Por otro lado, el “RIESGO MODERADO” se presenta en el Cerro de la Conejera donde la topografía tiene pendientes mayores al 7% y finalmente el “RIESGO MUY ALTO”, se encuentra en la ronda del Río Bogotá donde los caudales máximos en diferentes periodos de retorno se han presentado a profundidades mayores de 1,5 m con velocidades mayores a 2 m/s.

La tabla 33 expone la susceptibilidad a riesgo por deslizamientos de tierra e inundaciones con sus respectivas áreas:

Tabla 33. Áreas de susceptibilidad a riesgo por deslizamientos e inundaciones

DESCRIPCIÓN	RIESGO	ÁREA	ÁREA (%)
Suba	Muy bajo	82,9	76
Municipio de Cota	Muy bajo	9,8	9
Cerro la conejera	Moderado	5,4	5
Ronda del río Bogotá	Muy alto	10,58	10

Fuente: Los Autores

8.5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL FINAL

Una vez clasificados los conflictos ambientales y los riesgos para el área de estudio, se procedió a cruzar las áreas identificadas con el fin de establecer la sensibilidad del área de influencia para la ampliación de la vía Suba-Cota. En el proceso de la superposición de la cartografía priman las unidades de condición más crítica, garantizando que el ordenamiento y planificación del proyecto se realice de acuerdo a la susceptibilidad de las unidades identificadas.

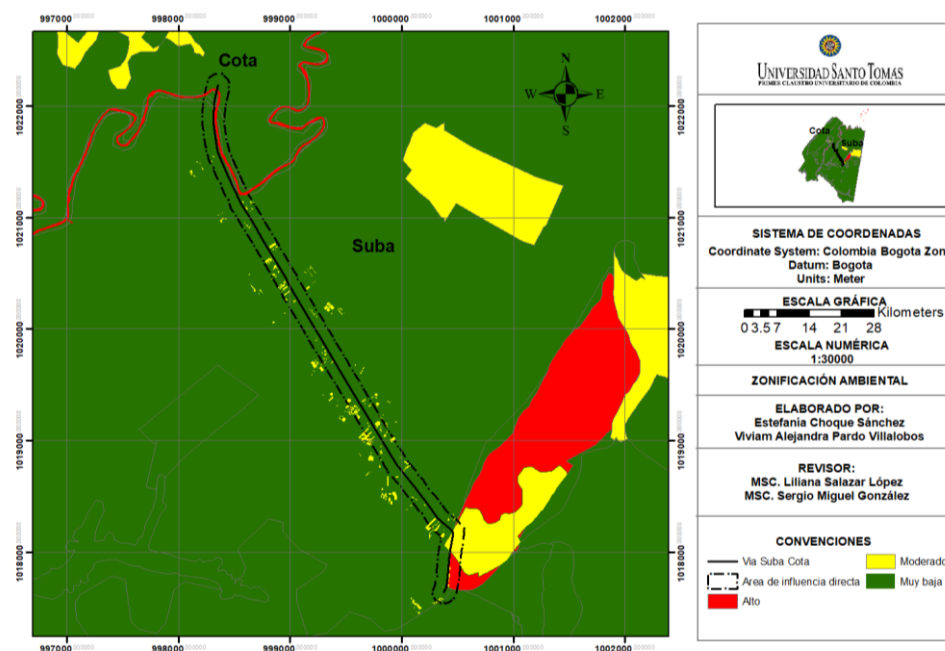
La distribución espacial en el área de influencia de las categorías de sensibilidad se visualiza en la imagen 39 y los resultados de la zonificación ambiental se presentan en la tabla 34, identificándose que la unidad que predomina corresponde a una sensibilidad muy baja con 98,24 Ha (92,06%), posteriormente en orden de importancia, se encuentran las áreas con una sensibilidad muy alta con 12,62 Ha (11,82%) y sensibilidad moderada con 6,85 Ha (6,41%).

Tabla 34. Zonificación ambiental para el área de influencia del proyecto

SENSIBILIDAD	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Muy alto	12,62	11,82
Moderado	6,85	6,41
Muy bajo	98,24	92,06

Fuente: Los autores

Figura 39. Zonificación ambiental



Fuente: Los Autores

En concordancia con la zonificación ambiental se establecieron las categorías de zonificación de manejo, en la tabla 40 se visualiza la relación entre dichas unidades y la definición de las zonas de manejo.

Figura 40. Zonificación de manejo ambiental

Sensibilidad ambiental	Zonas de manejo	Definición
Muy alta	Áreas de exclusión	Por definición estas áreas no pueden ser intervenidas dada la susceptibilidad y fragilidad de las zonas, para el proyecto no se contempla intervenir áreas de este tipo, sin embargo, hay presencia de zonas perteneciente a esta categoría en el área de influencia directa (Cerro la Conejera y la ronda del Rio Bogotá), por ello el desarrollo de las actividades constructivas se debe dar bajo el cumplimiento estricto de medidas de mitigación del impacto.
Media	Áreas de intervención con restricción media	Corresponden a zonas donde se deben implementar medidas acordes a las restricciones ocasionadas por la presencia de tejidos urbanos discontinuos, entre las restricciones se encuentra la afectación a la infraestructura y a la movilidad.
Muy baja	Áreas de intervención	Áreas donde se puede ejecutar las actividades del proyecto sin restricciones considerables desde el punto de vista físico, biótico y socioeconómico. En esta zona se encuentran los cultivos y pastos de la reserva Van der Hammen, catalogada como de conservación y uso sostenible.

Fuente: Los autores

9. DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

La ampliación de la vía Suba-Cota requiere para su ejecución del aprovechamiento y/o intervención de diferentes recursos naturales, a razón de la interacción con las actividades propuestas para realizar el proyecto que demandan recursos naturales, insumos y materiales de construcción y que a su vez requieren de planes de manejo para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles impactos o efectos que se pueden generar durante las diferentes actividades de construcción.

En este sentido, el presente capítulo describe las actividades propuestas para la ampliación de la vía Suba-Cota e identifica los recursos naturales que serán demandados y/o afectados en la construcción y operación del proyecto. Es importante resaltar que no se mencionan permisos, concesiones o autorizaciones para vertimientos, emisiones, aprovechamiento forestal o sitios de depósitos de residuos ya que no entra en el alcance del proyecto.

En la Tabla 35 se describen las actividades que conforman el proyecto de ampliación de la vía Suba-Cota y que serán sometidas al proceso de evaluación ambiental.

Tabla 35. Descripción de las actividades que conforman un proyecto de ampliación

Etapa	Actividad	Descripción	Recurso a demandar y/o afectar	Aspecto ambiental
Actividades previas al inicio de la obra	Instalación de infraestructura temporal	Se refiere a la localización de la infraestructura requerida para campamentos, sitios de acopio, plantas de trituración, asfalto o concreto.	-Agua -Cobertura vegetal -Paisaje -Comunidad - Atmósfera	-Demanda de recursos naturales -Vertimientos -Generación de escombros - Cambio en el paisaje -Remoción de cobertura -Conflictos con la comunidad - Ruido

	Entrega del terreno y replanteo	Una vez recibido el proyecto se realiza el trazado de cada uno de los puntos que conforman la geometría de la vía.	-Cobertura vegetal -Comunidad	-Remoción de cobertura vegetal -Conflictos con la comunidad
	Contratación de personal	Vinculación de personal profesional, técnico y operativo necesario para desarrollar el proyecto.	-Comunidad	-Conflictos con la comunidad.
Actividades para la recuperación del derecho de la vía	Operación de instalaciones temporales	Actividades que se deben ejecutar en estos sitios para garantizar un manejo adecuado de la obra.	-Agua -Atmósfera -Comunidad - Suelo - Paisaje	-Demanda de recursos naturales -Vertimientos -Emisiones -Ruido -Generación de olores -Conflictos con la comunidad -Derrames de aceites -Cambio en el paisaje
	Desmonte y descapote	Remoción de la cobertura vegetal y la capa orgánica, esta actividad es necesaria para darle inicio a la obra.	-Cobertura vegetal -Suelo -Paisaje -Comunidad	-Generación de residuos sólidos -Remoción de cobertura vegetal -Cambio en el paisaje -Conflictos con la comunidad
	Excavaciones	Actividad que contempla la remoción mecánica o manual, transporte y disposición del material que se requiere remover para la ejecución de las obras.	-Suelo -Atmósfera -Comunidad - Paisaje	-Remoción de cobertura vegetal -Cambios en el suelo - Emisiones -Ruido -Cambio en el paisaje -Conflictos con la comunidad
	Demolición de obras	De acuerdo al diseño en muchas ocasiones	-Atmósfera	-Generación de

	existentes	es necesaria la demolición de estructuras existentes en concreto o pavimento.	-Comunidad	escombros - Ruido -Emisiones - Conflictos con la comunidad
	Estabilización con aditivos	Proceso de escarificación, colocación del aditivo, mezcla, humedecimiento, compactación y nivelación del terreno.	-Agua -Atmosfera -Suelo	-Demanda de recursos naturales. -Vertimientos - Emisiones - Ruido -Cambios en el suelo
	Relleno y colocación de los materiales granulares-clasificados	Conformación de los materiales granulados de diversas especificaciones para terraplenes, sub-base y base.	-Agua -Atmósfera -Comunidad -Suelo - Paisaje	- Demanda de recursos naturales - Emisiones - Ruido - Conflictos con la comunidad - Generación de escombros
	Imprimación, colocación de concreto asfáltico, sellado de fisuras, bacheo	Estas actividades se refieren a la colocación del asfalto según los diseños y planos de construcción.	-Atmósfera -Comunidad -Suelo -Paisaje	- Emisiones - Ruido - Conflictos con la comunidad - Derrames - Generación de escombros
	Fresado	Consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal del pavimento asfáltico existe .Esta actividad es susceptible de ocasionar impactos debido a la generación de ruido, emisiones y escombros.	-Atmósfera -Comunidad -Paisaje - Suelo	- Emisiones - Ruido -Generación de escombros -Conflictos con la comunidad - Cambios en el paisaje

	Reciclaje	Aprovechamiento de materiales que conforman la estructura actual del pavimento.	-Atmósfera -Comunidad -Paisaje	- Emisiones - Ruido - Generación de escombros - Conflictos con la comunidad - Cambios en el paisaje
	Instalación de prefabricados	Se refiere a la instalación de elementos tales como tubería, estructuras e hierro, metálicas, entre otras.	-Suelo -Atmósfera -Comunidad -Paisaje	- Generación de escombros - Emisiones - Ruido - Conflictos con la comunidad - Cambios en el paisaje
	Fabricación de concretos in situ	Actividades de obras que requieren de la ampliación y/o construcción de obras de arte tales como: alcantarillas, cunetas, box culvert; que generalmente se fabrican y se funden el mismo día	-Agua -Atmósfera -Comunidad - Suelo -Paisaje	-Demanda de recursos naturales -Emisiones -Ruido - Conflictos con la comunidad -Derrames -Generación de escombros -Cambios en el paisaje
	Desplazamiento vehicular volquetas y maquinaria)	Esta actividad considera el desplazamiento de la maquinaria a utilizar durante el tiempo de construcción del proyecto..	-Atmósfera -Suelo -Paisaje -Comunidad	- Ruido - Emisiones - Derrames - Cambios en el paisaje - Conflictos con la comunidad
	Desmantelamiento de infraestructuras temporales	Actividades de desmantelamiento del campamento, talleres, centros de acopio y demás áreas utilizadas durante el proyecto.	-Suelo - Paisaje -Atmósfera	-Derrames -Generación de escombros -Cambio en el paisaje - Emisiones

Actividades de desmantelamiento y abandono				-Ruido
	Recuperación de áreas intervenidas	Adecuación paisajística de las áreas intervenidas para disposiciones de escombros, fuentes de materiales utilizadas, garantizando que la totalidad de la obra y el sitio de los trabajos queden en un estado de limpieza satisfactorio. Esta actividad se califica como positiva sin embargo puede producir impactos debido a la demanda de material vegetal.	-Cobertura vegetal	- Demanda de recursos naturales
	Actividades sociales de cierre	Al finalizar el proyecto el contratista debe realizar: -Reunión de finalización. -Desmantelamiento y entrega de puntos satélite a los responsables de los sitios de instalación. -Cierre de manifestaciones ciudadanas. -Levantamiento de actas de vecindad de Cierre en el Área de Influencia Directa. -Informe final de los proyectos productivos realizados. -Restablecimiento de las condiciones socioeconómicas iniciales de las Unidades Sociales trasladadas	-Comunidad	- Conflicto con las comunidades

Fuente: Los autores, basados en: Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del subsector vial. (INVIAS, 2007)

10. EVALUACIÓN AMBIENTAL

La evaluación ambiental de la ampliación de la vía Suba-Cota se fundamenta en la identificación de los impactos negativos y positivos que se pueden llegar a generar en el escenario “sin” proyecto y durante las etapas de construcción de la vía (escenario “con” proyecto). Este análisis es fundamental para el desarrollo del estudio, puesto que a partir de él se deriva la formulación de los Planes de Manejo Ambiental que permiten prevenir, mitigar, controlar corregir y compensar el deterioro del ecosistema sobre las condiciones del medio biótico, abiótico y socioeconómico.

10.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La valoración y descripción de los impactos de la ampliación de la vía Suba-Cota se centra en el escenario “con” proyecto bajo la metodología Conesa Fernández, el cual utiliza un método cualitativo para asignarle un nivel de importancia a cada uno de los impactos identificados según su caracterización.

A continuación, se describen los criterios de evaluación de impactos utilizados en la ampliación de la vía Suba-Cota

Tabla 36. Criterios de evaluación de impactos

Atributo	Características	Calificación	Valor
Naturaleza (NAT)	Hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	Positivo Negativo	(+) (-)
Intensidad (IN)	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa.	Baja Media Alta Muy alta Total	(1) (2) (4) (8) (12)
Extensión (EX)	Hace referencia al porcentaje de área que va a ser afectado por la manifestación del impacto.	Puntual Parcial Extensa Total Critica	(1) (2) (4) (8) (+4)
Momento (MO)	Es el tiempo entre la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones en el entorno.	Largo plazo Mediano plazo Corto plazo Inmediato Critico	(1) (2) (3) (4) (+4)

Persistencia (PE)	Es el tiempo de permanencia del efecto del impacto hasta que el medio retorne a sus condiciones iniciales por medios naturales o por tecnologías implementadas por el hombre.	Fugaz o momentáneo (inferior a un año) Temporal o transitorio (entre 1 y 3 años) Pertinaz o persistente (entre 4 y 10 años) Permanente	(1) (2) (3) (4)
Reversibilidad (RV)	Es la posibilidad de que el medio regrese a las condiciones iniciales previas a la acción, de manera natural, una vez deje de presentarse la acción.	Corto plazo (antes de un año) Mediano plazo (antes de 5 años) Largo plazo (periodo mayor a 5 años) Irreversible	(1) (2) (3) (4)
Recuperabilidad (MC)	Este término se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto por medio de intervención humana.	inmediata corto plazo mediano plazo largo plazo Mitigable Irrecuperable	(1) (2) (3) (4) (4) (8)
Sinergia (SI)	La sinergia es la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior al efecto individual.	Sin sinergismo Sinergismo moderado Muy sinérgico	(1) (2) (4)
Acumulación (AC)	Es el incremento progresivo del efecto del impacto cuando persiste de manera continua la acción que lo genera.	Simple Acumulativo	(1) (4)
Efecto (EF)	Hace referencia a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción (primaria o secundaria).	Indirecto o secundario Directo o primario	(1) (4)
Periodicidad (PR)	Es la regularidad de manifestación del efecto, de manera cíclica (efecto periódico), impredecible en el tiempo (efecto regular) o de manera constante en el tiempo (efecto continuo).	Irregular o aperiódico Periódico o regular Continuo	(1) (2) (4)

Fuente: Los Autores basados en: Metodología Conesa Fernández (UNAL, s.f)

10.1.1. Determinación de la importancia ambiental (I)

Una vez evaluados los impactos en cada actividad del escenario “con” proyecto se procede a determinar la importancia por medio de la sumatoria según la caracterización descrita en la tabla 36 Cabe mencionar que el atributo de intensidad se multiplica por (3) y el atributo extensión se multiplica por (2), debido a la incidencia que los impactos pueden llegar a tener en el área de influencia.

En este sentido, para la obtención de la importancia para cada uno de los impactos se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Importancia (I)} = CA(3IN+2EX+MO+PE+RV+MC+AC+EF+PR+SI)$$

Dónde:

N: Intensidad,
EX: Extensión,
MO: momento,
PE: Persistencia,
RV: Reversibilidad,

MC: Recuperabilidad,
SI: Sinergia,
AC: Acumulación,
EF: Efecto

10.1.2 Jerarquización de los impactos

Dados los resultados de la importancia ambiental, la jerarquización de los impactos permite establecer la relevancia de éstos frente a las acciones a seguir en los Planes de Manejo Ambiental, garantizando que los impactos críticos tengan mayor esfuerzo en la aplicación de las medidas de control ambiental.

En este sentido, la jerarquización de los impactos positivos y negativos generados en el escenario con proyecto de la ampliación de la vía Suba-Cota se basa en los siguientes rangos de importancia, tabla 37 y 38

Tabla 37. Rangos de valores de impactos negativos

Impactos de carácter negativo	
Impactos Irrelevantes	Valor de importancia menor o igual a -24
Impactos Moderados	Valor de importancia entre -25 y -50
Impactos Severos	Valor de importancia entre -51 y -75
Impactos Críticos	Valor de importancia mayor o igual a -76

Fuente: Los Autores, basados en metodología Conesa Fernández (Conesa Fernandez, 2010)

Tabla 38. Rangos de valores de impactos positivos

Impactos de carácter positivo	
Impactos poco importantes	Valor de importancia menor o igual a +24
Impactos importantes	Valor de importancia entre +25 y +50
Impactos muy importantes	Valor de importancia mayor o igual +51

Fuente: Los Autores, basados en metodología Conesa Fernández (Conesa Fernandez, 2010)

10.2 ESCENARIO SIN PROYECTO

Para el escenario sin proyecto se generó una matriz de interacciones entre las actividades que actualmente se realizan en el área de influencia directa y los impactos que generan afectaciones o beneficios sobre el ecosistema y la comunidad. De este análisis, se obtuvo como resultado 19 impactos sobre el medio abiótico, 5 impactos sobre el medio biótico y 5 impactos en el medio socioeconómico (ver anexo 10).

10.3 ESCENARIO CON PROYECTO

Para la evaluación de impactos en el escenario con proyecto, se utilizó una matriz de doble entrada (ver anexo 10), donde se identificaron las actividades susceptibles a generar impactos ambientales en los diferentes medios (biótico, abiótico y socioeconómico) y posteriormente se realizó la calificación de dichos impactos por medio de la metodología Conesa Fernández, como se evidencia en la tabla 39.

Tabla 39. Evaluación ambiental escenario con proyecto

Medio	Impacto	Actividad	Calificación	Descripción
A B I O T I C O	Contaminación de agua	Instalación de infraestructura temporal	-36	La contaminación de agua hace referencia a la presencia de componentes de carácter químico o de otra naturaleza que alteran las condiciones iniciales de los cuerpos de agua. En este sentido el impacto se califica como moderado, debido a las actividades a desarrollar, donde se puede tener control sobre los cuerpos de agua, para evitar el aporte de materia orgánica e inorgánica que cambien las condiciones fisicoquímicas de la fuente. La extensión se considera parcial, puesto que cualquier efecto puede trascender a las comunidades o ecosistemas aguas abajo. La reversibilidad y recuperabilidad se puede alcanzar a corto plazo siempre y cuando se utilicen medidas ambientales como sistemas de gestión integral de residuos sólidos y líquidos.
		Operación de instalaciones temporales	-36	
	Alteración de la morfología	Desmonte y descapote	-25	Este impacto hace referencia a los cambios en los atributos del suelo como su composición, forma y estructura. Donde las actividades de excavaciones, desmonte y descapote afectan de manera puntual el lugar de las obras. Se considera un impacto moderado dado que actúa por sí solo sin generar sinergia o acumulación y por medio de medidas ambientales se puede llegar a recuperar en un corto plazo.
		Excavaciones	-31	
		Instalación de infraestructura temporal	-22	Este impacto está relacionado con el desprendimiento, inestabilidad y remoción del suelo por acción de fuerzas externas, movimiento de agua o el flujo del viento. Se considera un impacto de irrelevante a moderado dado que el área de influencia directa se caracteriza por la presencia de procesos acumulativos de depósitos clásticos hidrogenicos que presentan
		Desmonte y descapote	-22	

	Activación o generación de procesos erosivos o de generación en masa	Excavaciones	-27	topografías relativamente planas, reduciendo el riesgo a deslizamientos y desprendimientos de suelo por acción erosiva. En general, se considera un impacto de tipo puntual, con una reversibilidad y recuperabilidad entre mediano y largo plazo, de sinergismo moderado y acumulativo dado que se puede llegar a presentar otros impactos como pérdida de suelo y cambios en la geoforma.
		Desmantelamiento de infraestructura temporal	-22	
	Contaminación del aire	Instalación de infraestructura temporal	-30	La contaminación de aire hace referencia al incremento de concentración de material particulado y gases asociados al efecto invernadero, por actividades que involucran la proliferación de partículas de polvo de las obras constructivas o del tráfico que genera este tipo de proyectos. Principalmente, la maquinaria que transita a lo largo de la vía causa un aumento del material particulado que puede llegar a quedar suspendido en la atmosfera largos periodos de tiempo, razón por la cual la persistencia se calificó como temporal o transitoria de extensión parcial. El tiempo de manifestación del impacto se considera inmediato, dado que se presenta en el momento de operación de la maquinaria. La reversibilidad y la recuperabilidad en todas las actividades se encuentra en corto plazo puesto que una vez finalicen las obras el impacto disminuye considerablemente.
		Operación de instalaciones temporales	-27	
		Excavaciones	-30	
		Demolición de obras existentes	-30	
		Estabilización con aditivos	-27	
		Relleno y colocación de material granular clasificado	-30	
		Imprimación colocación de concreto asfaltico, sellado de fisuras, bacheo, fresado y reciclaje	-27	
		Fresado	-30	
		Reciclaje	-30	
		Instalación de prefabricados	-26	
		Fabricación de concreto in situ	-30	
		Desplazamiento vehicular (volquetas y maquinaria)	-34	
		Desmantelamiento de infraestructuras temporales	-27	

	Aumento de decibeles de ruido	Instalación de infraestructura temporal	-32	Este impacto hace referencia a la alteración en la intensidad, frecuencia y duración de los sonidos, que pueden llegar a afectar la salud de las personas y a generar cambios en el hábitat del ecosistema. Por tal razón, el impacto es calificado con un nivel de importancia moderado dado que para proyectos viales se debe cumplir con los niveles de presión sonoros determinados por la autoridad ambiental. La extensión de este impacto se considera puntual, con un momento inmediato de persistencia fugaz. La reversibilidad se considera a corto plazo y la recuperabilidad inmediata puesto que una vez cesen las actividades, de igual modo se detendrá el efecto del impacto.
		Operación de instalaciones temporales	-33	
		Excavaciones	-32	
		Demolición de obras existentes	-32	
		Estabilización con aditivos	-32	
		Relleno y colocación de material granular clasificado	-27	
		Imprimación colocación de concreto asfáltico, sellado de fisuras, bacheo, fresado y reciclaje	-27	
		Fresado	-32	
		Reciclaje	-27	
		Instalación de prefabricados	-33	
		Fabricación de concreto in situ	-33	
		Desplazamiento vehicular (volquetas y maquinaria)	-27	
		Desmantelamiento de infraestructuras temporales	-26	
	Pérdida del suelo	Instalación de infraestructura temporal	-28	Este impacto hace referencia a la interacción de cualquier actividad que durante las etapas de construcción implique la remoción de suelo. Es calificado con un nivel de importancia alto en las actividades de desmonte, descapote y excavaciones debido a la intensidad de éstas sobre el suelo. La extensión se considera puntual con un momento entre corto y mediano plazo y una persistencia temporal, dado que el efecto del impacto se puede llegar a compensar con medidas ambientales. Es irreversible y la recuperabilidad a mediano plazo a través de implementación de medidas. Este impacto se considera sinérgico y acumulable dado que la pérdida de suelo incide en la estructura del suelo y con la composición de cobertura vegetal.
		Entrega del terreno y replanteo	-33	
		Desmonte y descapote	-50	
		Excavaciones	-52	

		Demolición de obras existentes	-33	Este impacto hace referencia al cambio de las características fisicoquímicas del suelo por la ejecución de actividades que pueden generar derrames de combustibles y aceites, producir residuos sólidos y aplicar productos químicos directamente en el suelo. El nivel de importancia es moderado con una duración entre momentáneo y temporal, con una intensidad entre media y alta, debido a que por medio de la infiltración de sustancias contaminantes se puede llegar a afectar o a modificar la estructura del suelo y a contaminar los drenajes naturales del mismo. La reversibilidad es a largo plazo y la recuperabilidad a mediano plazo siempre y cuando se diseñen medidas ambientales.
		Desmantelamiento de infraestructuras temporales	-28	
	Contaminación del suelo	Instalación de infraestructura temporal	-26	
		Operación de instalaciones temporales	-26	
		Estabilización con aditivos	-36	
		Imprimación colocación de concreto asfáltico, sellado de fisuras, bacheo	-36	
		Fabricación de concretos in situ	-36	
		Desplazamiento vehicular (Volquetas y maquinaria)	-29	
		Desmantelamiento de infraestructuras temporales	-28	
		Instalación de infraestructura temporal	-27	
	Alteración de la cobertura vegetal y el uso actual del suelo	Entrega del terreno y replanteo	-30	Este impacto se relaciona con la transformación de la cobertura vegetal actual para modificarla en una infraestructura vial, donde la mayoría de las actividades tienen una importancia ambiental “severa” con una intensidad de media a total, debido a que en el área de influencia directa se debe remover pastos, cultivos y tejido urbano discontinuo. Se considera un momento inmediato, de persistencia temporal a permanente, muy sinérgico y con reversibilidad y recuperabilidad entre corto y mediano plazo, con la implementación de medidas ambientales aplicadas al ecosistema y a la comunidad. Al final la etapa constructiva se debe recuperar parcialmente la estructura vegetal del área de influencia, por ello esta actividad genera un impacto con un carácter positivo e importante.
		Operación de instalaciones temporales	-27	
		Desmonte y descapote	-63	
		Excavaciones	-51	
		Demolición de obras existentes	-51	
		Estabilización con aditivos	-51	
		Rellenos y colocación de material granular clasificado	-51	
		Imprimación colocación de concreto asfáltico, sellado de fisuras, bacheo, fresado y reciclaje	-51	
		Fresado	-51	
		Reciclaje	-51	

		instalación de prefabricados	-51	
		Fabricación de concreto in situ	-51	
		Recuperación de áreas intervenidas	38	
		Desmantelamiento de infraestructuras temporales	-25	
B I O T I C O	Afectación de áreas sensibles ambientales	Actividades genéricas de la obra	-26	La afectación a áreas sensibles, se encuentra relacionada con las unidades de condición más críticas identificadas en la zonificación ambiental, donde prevalece las unidades del Cerro La Conejera y la ronda hídrica del Río Bogotá. Por tal motivo estas áreas del proyecto, se clasifican como áreas de exclusión que no se pueden intervenir directamente pero que se encuentran afectadas en todas las actividades del proyecto por aspectos ambientales como emisiones atmosféricas, ruido y generación de residuos sólidos. En este sentido, el nivel de importancia es “Moderado” con una intensidad media de extensión parcial, momento inmediato y persistencia temporal. La reversibilidad es a corto plazo debido a que el ecosistema puede regresar a sus condiciones iniciales de manera natural y la recuperabilidad es inmediata con la implementación de medidas ambientales.
	Afectación de la fauna	Instalación de infraestructura temporal	-29	El impacto de afectación a la fauna hace referencia al daño que se pueda causar por la generación de ruido, emisiones y por el desplazamiento al que se verán obligadas las especies debido a las actividades constructivas del proyecto. El desplazamiento de la fauna está estrechamente relacionado con la remoción de cobertura vegetal, por ello la actividad que tiene mayor importancia es el desmonte y descapote con una calificación de -46. Este impacto es moderado con una intensidad alta, un área de influencia del impacto extensa, la reversibilidad del impacto se dará un largo plazo y la recuperabilidad de la fauna es irreversible, pero se podrán ejecutar medidas mitigables.
		Entrega del terreno y replanteo	-35	
		Operación de instalaciones temporales	-29	
		Desmonte y descapote	-46	
		Entrega del terreno y replanteo	-31	
		Excavaciones	-29	
		Demolición de obras existentes	-32	
		Estabilización con aditivos	-29	
		Relleno y colocación de material granular	-29	
		Imprimación, colocación de material granular	-29	

		Fresado	-29	Una vez terminadas las actividades constructivas y luego del desmantelamiento se debe recuperar el área intervenida en cuanto la estructura vegetal y a la composición de especies, de tal manera que la zona logre unas condiciones similares a las que se encontraban antes del proyecto. Por ello el impacto en esta actividad es positivo para la fauna y se considera como un impacto importante, la extensión es parcial, la reversibilidad del impacto se da a un largo plazo, es un impacto sinérgico y la recuperabilidad se presenta en un plazo medio.
		Reciclaje	-29	
		Instalación de prefabricados	-29	
		Fabricación de concreto in situ	-29	
		Desplazamiento vehicular (volquetas y maquinaria)	-36	
		Desmantelamiento de infraestructuras temporales	-29	
		Recuperación de áreas intervenidas	38	
	Incremento de demanda de recursos naturales	Instalación de infraestructura temporal	-13	Este impacto hace referencia a la necesidad de consumo de recursos naturales para la ejecución de proyecto. Las actividades contempladas generan un impacto irrelevante, debido a la cantidad de recursos naturales que demandan y a que esto no causa un cambio considerable en el medio.
		Contratación del personal	-13	
		Operación de instalaciones temporales	-13	
		Estabilización con aditivos	-13	
		Rellenos y colocación de material granular clasificado	-21	
	Alteración de calidad visual	Instalación de infraestructura temporal	-40	Este impacto considera la afectación en los valores escénicos, formas y elementos naturales del área por la ejecución del proyecto. La mayoría de actividades generan un impacto moderado ambientalmente excepto el desmonte y descapote, la cual se considera como una actividad con una importancia severa. Al remover la cobertura vegetal para adecuar el área en el proceso de la ampliación se genera una pérdida en la calidad visual del área de influencia, el impacto se valora con una intensidad muy alta y se considera sinérgico, acumulativo y mitigable. Durante las actividades de desmantelamiento y abandono se genera un impacto de carácter positivo e
		Operación de instalaciones temporales	-40	
		Desmonte y descapote	-54	
		Excavaciones	-39	
		Demolición de obras existentes	-34	
		Estabilización con aditivos	-40	
		Rellenos y colocación de material granular clasificado	-40	
		Imprimación colocación de concreto asfáltico, sellado de fisuras, bacheo	-40	
		Fresado	-40	
		Reciclaje	-40	
		Instalación de prefabricados	-40	

		Fabricación de concretos in situ	-40	importante. El área de influencia retoma ciertas características pertinentes a las condiciones anteriores a la ejecución de las actividades constructivas.
		Desplazamiento vehicular (Volquetas y maquinaria)	-29	
		Desmantelamiento de infraestructuras temporales	26	
		Recuperación de áreas intervenidas	32	
S O C I O E C O N O M I C O	Alteración actividades económicas	Actividades genéricas de la obra	-61	Este impacto hace referencia a los cambios que se ocasionan en la actividad económica de la comunidad debido a la ejecución de la obra. Se valora con una calificación de -61, su intensidad es muy alta, es sinérgico y tiene un plazo de manifestación inmediato.
	Afectación a infraestructura existente	Actividades genéricas de la obra	-62	Este impacto considera el daño que se puede generar en: viviendas, redes de servicios públicos, y vías existentes en el área de influencia del proyecto. Su calificación de -68 corresponde a un impacto severo, su intensidad es muy alta, se considera sinérgico y con un plazo de manifestación inmediato
	Afectación en la movilidad peatonal y vehicular	Actividades genéricas de la obra	-24	Este impacto hace referencia a la alteración en el flujo vehicular en el corredor vial debido a la obstaculización temporal que se presenta por las actividades de la obra. Actualmente a vía Suba-Cota tiene un flujo vehicular alto, por lo que se considera que al obstaculizar la vía por el desarrollo de las actividades constructivas se genera un impacto moderado, el plazo de manifestación es inmediato y es sinérgico.
	Afectación en la cotidianidad	Actividades genéricas de la obra	-40	Este impacto considera la afectación que pueda sufrir las comunidades en sus rutinas diarias por la ejecución de la obra. Una vez empiece la obra las actividades diarias de la comunidad se verán afectadas, generando un impacto moderado con un momento inmediato y con sinergia.
	Generación de empleo	Actividades genéricas de la obra	34	Este impacto considera el aumento en los ingresos económicos de la comunidad presente en el área de

				influencia debido a la ejecución de las actividades de la obra, por esto se considera como un impacto positivo.
	Cambio en la salud publica	Actividades genéricas de la obra	-30	Este impacto se define como la afectación en la salud de que puedan sufrir las personas que se encuentren en el área de influencia durante el desarrollo de las actividades constructivas. Esta actividad podría generar conflictos por lo que el impacto se considera moderado y sinérgico.
	Conflictos con comunidades e instituciones	Actividades genéricas de la obra	-25	Este impacto se refiere a los inconvenientes que puedan surgir con la comunidad debido a la falta de información oportuna, inadecuada y por el incumplimiento de los acuerdos pactados o a los requerimientos exigidos por las autoridades locales, es un impacto negativo con una importancia moderada.

Fuente: Los autores

10.4 ANALISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

De acuerdo con los resultados de la evaluación ambiental para el escenario con proyecto, se identificaron 107 interacciones de las actividades con los medios biótico, abiótico y socioeconómico, de las cuales el 95,33% pertenecen a los impactos negativos y el 4,67% pertenecen a los impactos positivos.

En la tabla 40 se encuentra cuantificado el número de impactos según el grado de importancia ambiental para los impactos positivos y negativos.

Tabla 40. Tipo de importancia (positiva y negativa) para los impactos en el escenario con proyecto

N° DE IMPACTOS	INTERACCIONES DE LOS IMPACTOS DE CARÁCTER NEGATIVO				INTERACCIONES DE LOS IMPACTOS DE CARÁCTER POSITIVO		
	IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRITICO	MUY IMPORTANTE	IMPORTANTE	POCO IMPORTANTE
	8	79	15			5	
TOTAL	102				5		
	107						

Fuente: Los Autores

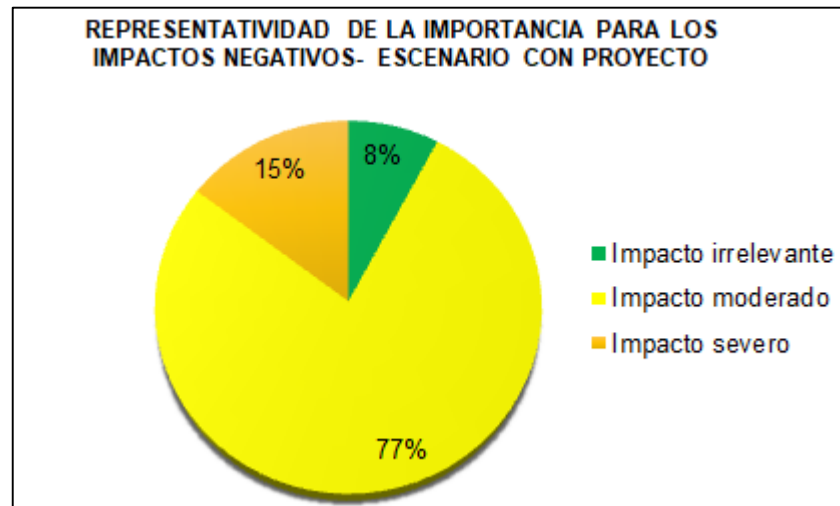
En la figura 41 se observa la representatividad de la importancia ambiental para los impactos negativos sobre el medio biótico, abiótico y socioeconómico, donde el 77% son impactos moderados, los cuales se caracterizan por tener tiempos de recuperación cortos que no requieren de medidas correctoras o protectoras muy intensivas. En segundo lugar, se encuentran los impactos severos con un 15%, los cuales requieren del diseño de medidas ambientales más exigentes, dado que la mayoría de los recursos afectados no se pueden recuperar en cortos plazos.

En tercer lugar, se visualizan los impactos irrelevantes, representados con el 8% del total de los impactos negativos, éstos hacen referencia principalmente a los recursos con tiempo de reversibilidad y recuperabilidad de inmediata a corto plazo, donde las actividades se presencian con una intensidad baja.

En el proyecto, no se presentaron impactos críticos, dado que las áreas más susceptibles de recibir este tipo de impactos se clasificaron en zonas de exclusión

que no pueden ser intervenidas en las diferentes actividades que conforman las etapas de construcción de la ampliación de la vía Suba-Cota.

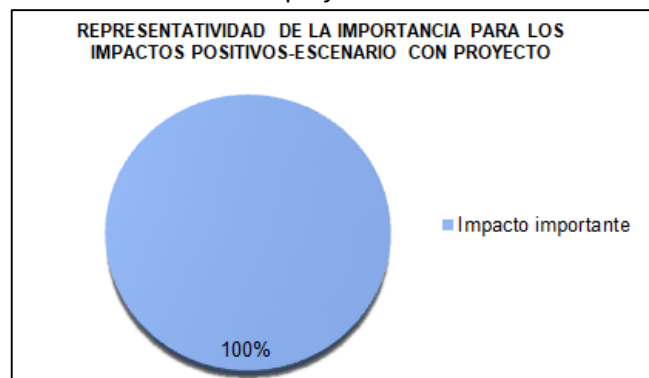
Figura 41. Representatividad de la importancia para los impactos negativos en el escenario con proyecto



Fuente: Los Autores

La figura 42 muestra la representatividad de la importancia para los impactos positivos en el escenario con proyecto, donde al finalizar la evaluación el 100% de los impactos se categorizan como importantes, dado los beneficios genéricos en actividades como recuperación de áreas intervenidas y generación de empleo a la comunidad del área de influencia de la vía Suba-Cota.

Figura 42. Representatividad de la importancia para los impactos positivos en el escenario con proyecto



Fuente: Los Autores

En la figura 43 se presenta el carácter de los impactos identificados en las etapas de actividades previas a la obra, actividades de recuperación del derecho de vía, actividades de desmantelamiento, abandono y obras genéricas para la ampliación, donde se contempla el listado total de las operaciones relacionadas a la construcción de la ampliación de la vía Suba-Cota.

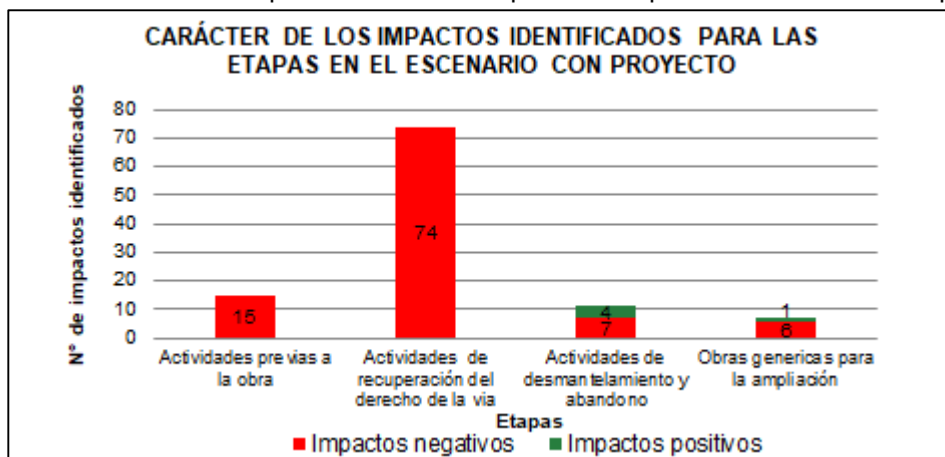
Dado lo anterior, la etapa que implica mayor impacto en el entorno, es la etapa relacionada a las actividades de recuperación del derecho de vía, con un total de 74 impactos. Esto se debe a que generan cambios en la geoforma, en la concentración de gases contaminantes y material particulado, modificación de la cobertura vegetal, aumento de decibeles de ruido, en las características fisicoquímicas del suelo, afectación a la fauna, entre otros impactos negativos para el medio biótico, abiótico y socioeconómico.

Por otro lado, las actividades previas a la obra, generan 15 impactos negativos que se encuentran relacionados principalmente a la instalación de infraestructura temporal, entrega del terreno, replanteo y contratación del personal.

En cuanto a las actividades genéricas para la ampliación, se hace referencia a todas las actividades de construcción en la vía, dado que son susceptibles de generar impactos directos e indirectos en la comunidad. En este sentido, el resultado de la evaluación ambiental relaciona 6 impactos negativos que ocasionan principalmente afectación de la infraestructura existente, cambio en la salud pública, alteración en las actividades económicas y conflictos con las comunidades e instituciones y 1 impacto positivo que está directamente relacionado con la generación de empleo en la comunidad del área de influencia directa.

Finalmente, las actividades de desmantelamiento y abandono producen 7 impactos negativos al influir en la alteración de cobertura vegetal, fauna, calidad visual y aumento de decibeles de ruido, y producen 4 impactos positivos relacionados a la recuperación de áreas intervenidas.

Figura 43. Carácter de los impactos identificados para las etapas en el escenario con proyecto



Fuente: Los Autores

La figura 44 presenta la importancia de los impactos de carácter negativo en cada una de las etapas para la ampliación de la vía Suba-Cota.

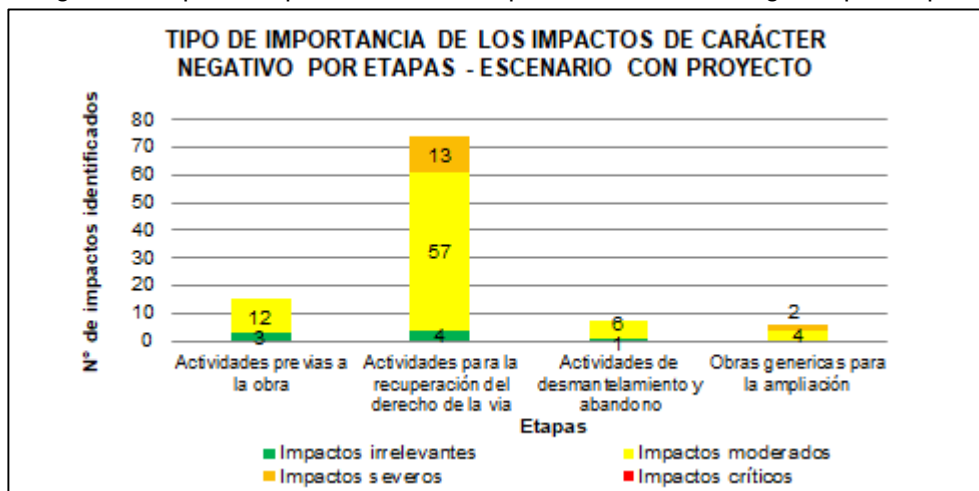
Según la evaluación ambiental, se determinó que la etapa de actividades para la recuperación del derecho de la vía, es la que genera mayor número de impactos negativos de carácter moderado (57) en el medio biótico, abiótico y socioeconómico, seguido por la etapa de actividades previas a la obra, con 12 impactos que generan contaminación de agua, contaminación del aire, perdida del suelo, alteración de la cobertura vegetal, afectación a la fauna, alteración a la calidad visual e incremento de demanda de recursos naturales y por último se encuentran las actividades de desmantelamiento, abandono y obras genéricas para la ampliación, con 6 y 4 impactos, respectivamente.

En cuanto a los impactos severos, la etapa de actividades para la recuperación del derecho de vía genera 13 impactos principalmente por pérdida de suelo, alteración a la cobertura vegetal y al uso actual del suelo, mientras que la etapa de obras genéricas para la ampliación produce 2 impactos relacionados a la alteración de actividades económicas y afectación a la infraestructura existente.

Para finalizar, en la etapa de actividades para la recuperación del derecho de vía se presentaron 4 impactos irrelevantes principalmente por instalaciones temporales, estabilización con aditivos y rellenos y colocación de material granular clasificado. En actividades de desmantelamiento y abandono se presentó 1 impacto por

instalación de infraestructura temporal y en actividades previas a la obra se presentaron 3 impactos por desmantelamiento de infraestructuras temporales.

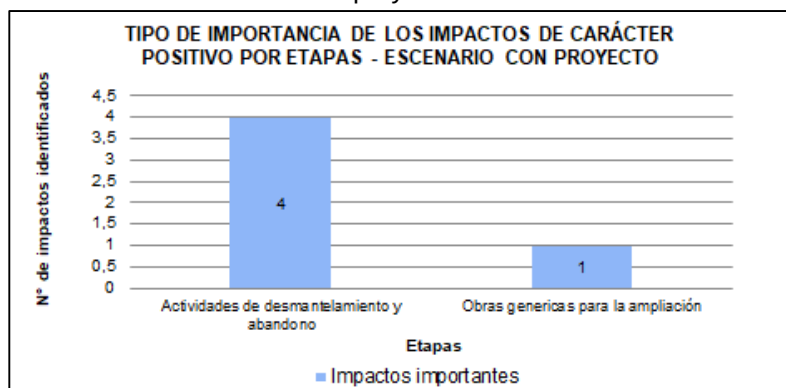
Figura 44. Tipo de importancia de los impactos de carácter negativo por etapas



Fuente: Los Autores

Los impactos positivos de mayor importancia ambiental que se pueden generar durante la ejecución del proyecto, son los calificados como importantes en la etapa de actividades de desmantelamiento con un total de 4 impactos, seguido por la etapa de obras genéricas (1 impacto). Estos se encuentran directamente relacionados a la recuperación de áreas intervenidas y a la generación de empleo (Figura 45).

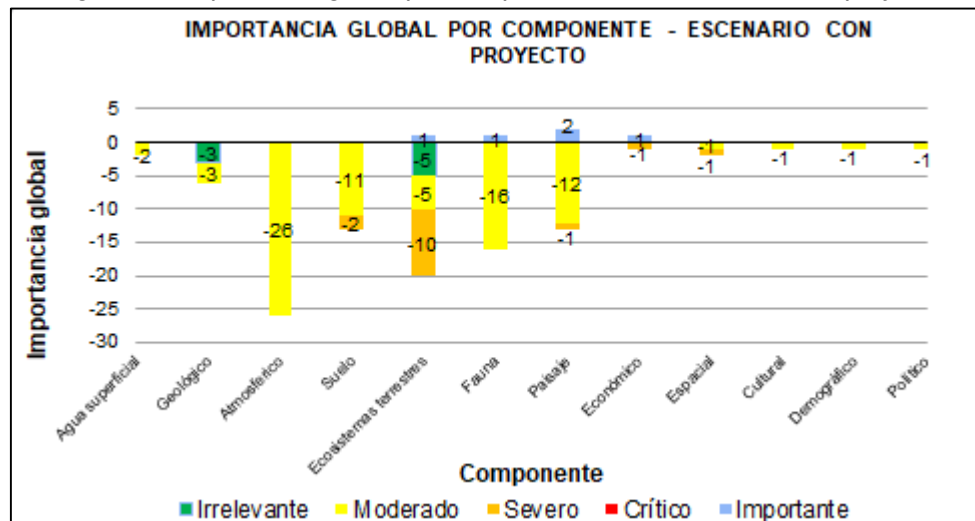
Figura 45. Tipo de importancia de los impactos de carácter positivo por etapas en el escenario con proyecto



Fuente: Los Autores

En la figura 46 se presenta la importancia global de los impactos generados sobre los componentes del medio biótico, abiótico y socioeconómico, donde se puede observar que todos los medios presentan una importancia global negativa moderada y los impactos positivos se presentan en los componentes de ecosistemas terrestres, fauna, paisaje y económico.

Figura 46. Importancia global por componente en el escenario con proyecto

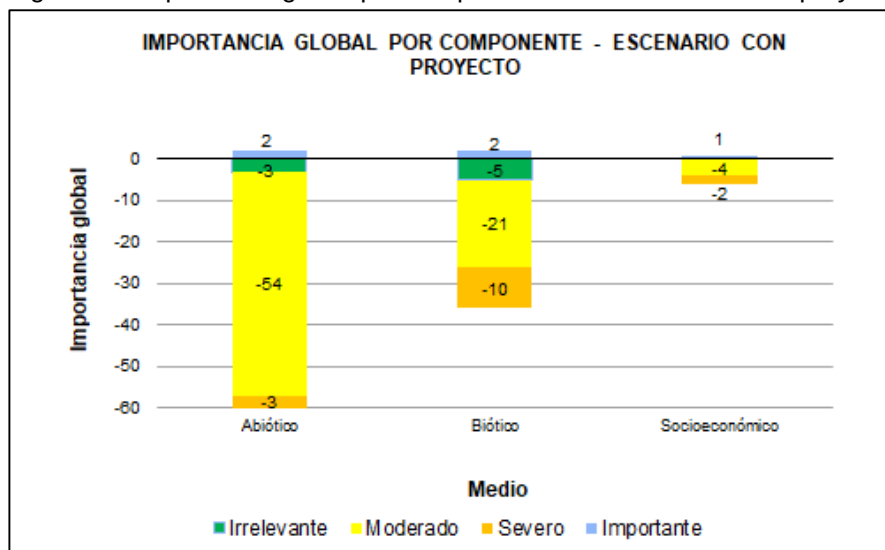


Fuente: Los Autores

En la figura 47 se puede observar que la importancia global en los medios biótico, abiótico y socioeconómico está representada en mayor parte por impactos negativos, debido a las actividades de construcción que se hacen en el derecho de la vía de la ampliación. Los impactos más representativos son los de importancia ambiental negativa moderada, seguidos por los impactos de importancia ambiental severa y por último los impactos de importancia irrelevante.

De igual modo, los tres medios considerados en la evaluación ambiental para el análisis operativo y ambiental de la vía Suba-Cota presencian impactos con una importancia ambiental definida como “importante”, principalmente por los beneficios al recuperar áreas intervenidas por la obra y al generar empleo a la comunidad del área de influencia directa del proyecto.

Figura 47. Importancia global por componente en el escenario con proyecto



Fuente: Los Autores

11. PLANES DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental (PMA) se compone por un conjunto de medidas que producto de la evaluación ambiental, tienen el propósito de prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos negativos generados durante la ejecución de las diferentes etapas que conforman la ampliación de la vía Suba-Cota (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

En la tabla 41 se visualizan los programas y proyectos orientados a manejar los impactos identificados y calificados en el capítulo anterior.

Tabla 41. Programas y proyectos de manejo ambiental

MEDIO	PROGRAMAS	PROYECTOS	CODIGOS
Físico	Manejo integral de aguas superficiales		PMA-MIAS-001
	Manejo integral de residuos solidos	Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales	PMA-MRSDI-002
		Manejo de residuos especiales y/o peligrosos	PMA-MREP-003
	Manejo de fuentes de emisiones y ruido		PMA-MFER-004
	Manejo y disposición final de escombros		PMA-MDFE-005
Biótico	Manejo de la vegetación	Manejo de la cobertura vegetal	PMA-MCB-006
		Recuperación de áreas intervenidas y compensación forestal	PMA-RAICF-007
	Protección de áreas sensibles		PMA-PAS-008
	Programa protección de fauna		PMA-PPF-009
Socio-económico	Gestión social	Atención e información a la comunidad	PMA-AIC-010
		Manejo de predios en el área de influencia directa y relocalización de la población afectada	PMA-MPRP-011
		Contratación de mano de obra	PMA-CMO-012
		Manejo de trafico	PMA-MT-013

Fuente: Los autores

A continuación, se presentan las fichas de cada uno de los programas y proyectos planteados anteriormente.

11.1 PROGRAMA 1. MANEJO INTEGRAL DE AGUAS SUPERFICIALES

Manejo integral de aguas superficiales		PMA-MIAS-001
OBJETIVO		
Prevenir y mitigar la alteración de la calidad de agua de los cauces ubicados en el área de influencia directa del proyecto, por efecto de actividades domésticas e industriales.		
META	INDICADORES DE CUMPLIMINETO	
Mantener los estándares de calidad de agua dentro de los parámetros permisibles de la norma o de los valores de referencia de la línea base	Valor de parámetros evaluados = Valor parámetros permisible	
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR	
- Actividades previas al inicio de la obra - Recuperación del derecho de vía.	- Contaminación del agua (Deterioro de la calidad del agua superficial) - Afectación de áreas sensibles - Incremento de demanda de recursos naturales	
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención: X Mitigación: X Corrección: X Compensación ____		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		
- Aguas domésticas: El tratamiento de aguas domésticas hace referencia a las instalaciones provisionales como oficinas y baños. Consiste principalmente en estructuras de tratamiento que incluyan trampas de agua y pozos sépticos con efectos anaeróbicos que permitan asentar los residuos sólidos, teniendo en cuenta la debida recolección, tratamiento y disposición de los lodos provenientes de este tratamiento. Por otro lado, el proyecto debe contar con baños portátiles, cuyos desechos se deben disponer adecuadamente en sitios autorizados por las autoridades ambientales. - Aguas industriales: Se hace referencia al tratamiento sanitario de aguas industriales generadas en las plantas de concreto, trituración y en las excavaciones estructurales en las vías a cielo abierto. Estos vertimientos, provenientes de las actividades para la recuperación del derecho de vía deben cumplir los parámetros fisicoquímicos máximos permisibles según resolución 631 de 2015. Los sistemas de tratamientos para aguas industriales deben contar como mínimo con sedimentación, remoción de arenas y trampas de grasas que eviten el aporte de sedimentos a los cuerpos de aguas más cercanos. - La ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales se deben georreferenciar con el fin de hacer los monitoreos en estas zonas. Adicional, deben tener mantenimiento periodico para garantizar el correcto funcionamiento de las mismas. - Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la disposición de residuos sólidos sobre un cuerpo de agua. - El material generado en las actividades de excavaciones se debe ubicar lejos de los cuerpos de agua, para evitar el arrastre del material por aguas de escorrentía superficial.		

- El lavado de la maquinaria y los equipos se debe hacer en lugares alejados de los cuerpos de agua para evitar la contaminación del agua por derrames de lubricantes o hidrocarburos.
- En la ronda hídrica o en las corrientes de los cuerpos de agua no se puede disponer de ningún tipo de residuo industrial como pinturas, solventes, aceites u otros materiales.
- En caso de accidente, se deben realizar acciones inmediatas de limpieza y tomar medidas correctoras según los protocolos aprobados por la interventoría.

11.2 PROGRAMA 2. MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS

11.2.1 Proyecto 1. Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales

Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales		PMA-MRSDI-002
OBJETIVO		
Establecer procedimientos y actividades para la gestión de residuos sólidos domésticos e industriales generados durante las etapas de construcción del proyecto, con el fin de evitar la contaminación de recursos como agua, suelo y aire.		
META	INDICADORES DE CUMPLIMINETO	
- Disminuir la generación de residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos. - Recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos para reutilizar y reciclar. - Realizar el 100% de las visitas técnicas programadas a los lugares de acopio para garantizar la correcta separación y aprovechamiento de los materiales. - Ejecutar el 100% de las medidas previstas para el cumplimiento	- Kilos de residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos generados en un mes/kilos de residuos sólidos generados en un mes. - Kilos de residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos recuperados en un mes/kilos de residuos no peligrosos generados en un mes - Número de visitas técnicas realizadas / Número de visitas técnicas programadas - Número de actividades ejecutadas/número de actividades programadas	
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR	
- Actividades previas a la obra - Actividades para la recuperación del derecho de vía - Actividades de desmantelamiento y abandono	- Contaminación del agua. - Contaminación del suelo. - Contaminación del aire - Alteración de la calidad visual - Cambios en la salud pública	
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención: X	Mitigación: X	Corrección ____ Compensación ____
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		
Caracterización de residuos sólidos: La caracterización de los residuos sólidos debe contemplar el diagnóstico de los tipos de residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos que se pueden generar en todas las actividades		

de construcción de la ampliación de la vía, teniendo en cuenta su composición en cuanto porcentajes de residuos biodegradables, no aprovechables, reutilizables reciclables presentes (caracterización y aforo).

- **Reducción:**

En el proceso de separación en la fuente y reducción de residuos sólidos se debe contemplar las siguientes alternativas:

Identificación, características y alternativas de reducción de los residuos sólidos de obra

Tipo de residuo	Características	Alternativa de reducción
Chatarra y llantas	Son partes y piezas de equipos como varillas, aceros, entre otros que provienen de las diferentes actividades de construcción. Estos residuos se consideran aprovechables	• Mercado de piezas recuperadas • Reincorporación a la operación • Con los residuos de llantas se pueden establecer convenios con los proveedores.
Empaques envases y embalajes	Son diferentes materiales como metal, plástico y madera que se pueden relacionar con las compras para el proyecto. Estos residuos son aprovechables, siempre y cuando no estén contaminados con sustancias peligrosas.	Hacer convenios con la comunidad o con los recicladores autorizados para su utilización o reciclaje
Papel blanco de oficina	Es el papel utilizado para informes en las actividades de oficina.	• Utilizar las dos caras del papel. • Utilizar el correo electrónico para reducir el fotocopiado.
Basuras domésticas	Son los desperdicios orgánicos considerados como aprovechables generados en los campamentos de la obra.	• Establecer convenios con las comunidades para la recolección, transformación y reciclaje.

Fuente: Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura subsector vial, 2011

- **Separación:**

Todos los residuos generados en la obra (peligrosos o no peligrosos) se deben separar en el punto de origen y almacenar en recipientes adecuados. Los sitios de almacenamiento inicial deben cambiar dependiendo del avance de la obra. Los recipientes se deben identificar según el código de colores establecido por la Norma ICONTEC GTC 24:

- Residuos reciclables: Es todo tipo de papel y cartón limpio y seco. Se deposita en recipientes de color gris.

- Residuos ordinarios e inertes como servilletas, empaques de papel, plastificado, barrido, colillas, icopor, plástico no reciclable, guantes, papel carbón y envases. Se depositan en recipientes de color verde.
- Residuos de tipo plástico como vasos plásticos, desechables, garrafas, tarros, bolsas de suero, entre otros. Se deposita en canecas de color azul.
- Residuos de vidrios y latas se depositan en recipiente de color blanco
- Residuos biodegradables como alimentos antes y después de su preparación, residuos vegetales, de poda, etc. Se depositan en recipientes de color crema o beige.

- Almacenamiento:

Todos los puntos donde se generen residuos sólidos deben disponer de sitios o lugares designados para su almacenamiento. Los centros de acopio deben estar contruidos en estructura de ladrillo, teja y polisombra, siempre y cuando la obra y el espacio lo permita y deben ser aprobados previamente por la Supervisión e interventoría del proyecto.

- Recipientes:

Los recipientes deben ser de materiales impermeables y resistentes, para facilitar su transporte y reducir el impacto sobre el ambiente y la salud humana.

- Recolección y transporte:

Los materiales reciclables (recipientes gris, azul y blanco) deben ser almacenados temporalmente en cajas estacionarias ubicadas en sitios estratégicos para su posterior beneficio, el cual puede ser asignado a terceros.

La recolección de residuos ordinarios e inertes (recipiente verde) se realiza directamente por un vehículo de la empresa de aseo municipal.

La recolección de residuos biodegradables (dispuestos en recipiente de color beige) se debe efectuar con una periodicidad no mayor a 4 días para evitar la generación de olores ofensivos que afecten la salud de los trabajadores. Este tipo de residuos se deben entregar a entidades públicas o privadas que se dediquen a las actividades de lombricultura y compostaje.

- Disposición final:

- Residuos de tipo reciclable: deben ser comercializados e reincorporados al ciclo productivo.
- Residuos ordinarios o inertes: deben ser llevados al relleno sanitario para ser dispuestos según la norma ambiental vigente.
- Residuos biodegradables: serán utilizados para desarrollar actividades de lombricultura y compostaje

- Seguimiento:

Las inspecciones se deben hacer de manera mensual para verificar que las actividades de separación en la fuente se realicen de manera correcta. De igual forma, se debe comprobar que los sitios destinados para el almacenamiento se encuentren en buenas condiciones y que la disposición final se realice acorde con lo planteado en el presente Plan de Manejo Ambiental.

11.2.2 Proyecto 2. Manejo de residuos especiales y/o peligrosos

Manejo de residuos especiales y/o peligrosos		PMA-MREP-003
OBJETIVO		
Establecer procedimientos y actividades para la gestión de residuos especiales y/o peligrosos con el fin de prevenir la contaminación de los recursos naturales.		
META	INDICADORES DE CUMPLIMINETO	
● Cumplir con el 100% de las actividades definidas para este programa. ● Aumentar el potencial de aprovechamiento de los residuos especiales. ● Realizar inspección mensual en los sitios de generación, almacenamiento, rutas de recolección y sitios de acopio de los residuos especiales y/o peligrosos.	● Número de actividades ejecutadas en el mes / número de actividades programadas en el mes. ● Kilos de residuos especiales aprovechados en un mes / kilos de residuos generados en un mes. ● Número de inspecciones ejecutadas / Número de inspecciones realizadas	
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR	
● Actividades previas a la obra ● Actividades para la recuperación del derecho de vía ● Actividades de desmantelamiento y abandono	● Contaminación del agua ● Contaminación del suelo ● Contaminación del aire ● Alteración de la calidad visual ● Cambios en la salud pública	
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención: X Mitigación: X Corrección ____ Compensación ____		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		
Los residuos peligrosos son aquellos con características infecciosas, combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radiactivos, volátiles, corrosivos y/o tóxicos que pueden llegar a causar impactos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente. ● Caracterización de residuos: Por medio de las características es posible conocer los puntos de generación de los residuos especiales y /o peligrosos, su tipo y cantidad. De este modo se puede establecer el tipo de tratamiento y disposición final. ● Separación y almacenamiento: - Para el almacenamiento de los residuos especiales y/o peligrosos se debe tener en cuenta el código de colores según la norma Icontec GTC 24. - Los recipientes deben estar compuestos por materiales resistentes que permitan el adecuado transporte y reconocimiento visual. - El envasado, embalado, rotulado y etiquetado debe cumplir con la NTC 1692. ● Transporte: - El transporte de los residuos especiales/peligrosos se debe hacer en vehículos autorizados que tengan zonas de almacenamiento cerrado, con un sistema de carga y descarga que no permita que se rompan los recipientes. - Se debe contar con un manifiesto de transporte de residuos especiales y/o peligrosos donde se relacione la clase, cantidad de residuos transportados, nombre del generador, destino, fecha del transporte, firma de quien entrega, nombre del conductor y placa del vehículo.		

• Disposición final: Durante las obras requeridas en todo el proyecto es posible que se generen diferentes tipos de residuos especiales y/o peligrosos como aceites quemados, baterías, etc, para lo cual se debe encaminar su adecuada disposición final: - Los aceites quemados se deben recoger en caneca y se comercializarán con empresas que los utilicen en sus procesos productivos o en centros de acopio y disposición final autorizados. - Las baterías agotadas se clasifican como residuos peligrosos dados sus contenidos de plomo y ácido sulfúrico, por lo cual se deben almacenar en lugares seguros para comercializarlas posteriormente a fábricas o fundaciones de plomo. - Todos los residuos considerados como peligrosos deben ser entregados a empresas que cuenten con autorización para su transporte y posterior entrega a instituciones que realicen un adecuado tratamiento. • Seguimiento: Se deben realizar inspecciones mensuales para garantizar la efectividad de las actividades de separación en la fuente y de los sitios de almacenamiento.

11.3 PROGRAMA MANEJO DE FUENTES DE EMISIONES Y RUIDO

Manejo de fuentes de emisiones y ruido		PMA-MFER-004
OBJETIVO		
Minimizar las emisiones de material particulado (PST y PM10), la concentración de gases (NO2, SO2,CO2 y CO) y la generación de ruido según la resolución 2254 del 2017 (Normas de calidad de aire) y la resolución 627 de 2006 (Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental)		
META	INDICADORES DE CUMPLIMINETO	
Mantener los niveles de ruido y emisiones atmosféricas en los valores admitidos en la norma vigente, durante todo el tiempo que dure la obras	Resultados de monitoreo de aire y ruido= ó < valores permisibles en la norma u obtenidos en la línea base	
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR	
• Actividades previas al inicio de la obra • Actividades para la recuperación del derecho de la vía. • Actividades de desmantelamiento y abandono	• Contaminación del aire • Aumento de decibeles de ruido • Afectación a la fauna • Cambio en la salud pública • Conflictos con la comunidad	
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención: X	Mitigación: X	Corrección ____ Compensación ____
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		
• Para todas las actividades susceptibles de generar material particulado, se debe garantizar regar suficiente agua para evitar el esparcimiento de partículas en el aire.		

- Los sitios de depósito que se encuentren ubicados cerca de lugares poblados deben asegurar un cercado con lamina de zinc para crear una barrera que proteja a la comunidad de las emisiones y el ruido generado por la obra.
- Se debe garantizar que las pilas de acopio se ubiquen en el sentido opuesto al viento predominante, para evitar el arrastre de material particulado.
- Está prohibido las quemas al aire libre de basura, recipientes, caucho, plásticos, cartón, entre otros.
- En el caso de existir fuentes fijas puntuales como chimeneas, se debe garantizar el cumplimiento de la Resolución 2254 de 2017. De igual modo, se debe realizar un monitoreo al inicio de las obras y de manera periódica en el transcurso de las mismas.
- La fuente fija de área (vía), debe garantizar el mantenimiento preventivo de los vehículos y humedecer constantemente la estructura para evitar el transporte de material particulado por el aire.
- Las fuentes fijas de volumen, es decir demolición y escombros deben garantizar la correcta cobertura superficial.
- Las fuentes móviles deben contar con el respectivo certificado de control de emisiones.
- Las tecnologías de final de tubo, deben garantizar eficiencia en las tareas de control.
- Cuando se transporte material de construcción se debe cubrir con lona para evitar el esparcimiento de material particulado.
- La planta de trituración y asfalto debe poseer los permisos correspondientes de control de emisiones.
- En los sitios de construcción se debe humedecer las llantas de la maquinaria para evitar la suspensión de material particulado.
- Los equipos eléctricos como plantas eléctricas deben contar con silenciadores y sistemas que garanticen que el ruido emitido cumple con la resolución 627 de 2006.
- Se debe realizar un proceso de identificación de ruido para ejecutar acciones particulares según cada fuente de generación o recepción de ruido.

11.4 MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE ESCOMBROS

Manejo y disposición final de escombros		PMA-MDFE-005
OBJETIVO		
Establecer las acciones para el manejo, transporte y disposición final de escombros generados en las diferentes actividades del proyecto para prevenir, minimizar y/o controlar los impactos que se producen		
META	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	
• Ejecutar el 100% de las medidas previstas en el presente proyecto. • Recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos provenientes de etapas constructivas	• Número de actividades ejecutadas/Número de actividades programadas en el mes. • Toneladas de residuos sólidos provenientes de las etapas constructivas aprovechados/Toneladas de residuos generados en un mes.	
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR	
• Actividades previas a la obra • Actividades para la recuperación del derecho de vía	• Contaminación del agua • Activación o generación de procesos erosivos o de generación en masa	

	• Alteración de la morfología • Contaminación del suelo • Contaminación del aire • Afectación de cobertura vegetal • Alteración de calidad visual									
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR										
Prevención: X Mitigación: X Corrección: X Compensación: X										
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR										
• Alternativas de reducción: En la siguiente tabla se describen los residuos sólidos generados de las diferentes etapas constructivas y se dan alternativas de reducción en la fuente: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de residuo</th> <th>Características</th> <th>Alternativa de reducción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sobranante de material de descapote</td> <td>Es el material orgánico proveniente de las actividades de desmonte y descapote, lo cuales se consideran residuos aprovechable biodegradables</td> <td>El suelo producto de las actividades de desmonte y descapote se puede reutilizar en actividades de restauración y revegetalización.</td> </tr> <tr> <td>Escombros</td> <td>Material rocoso, arcilloso o granular proveniente de las excavaciones y que no se puede reutilizar en la obra.</td> <td>Hacer la separación del material de relleno del suelo subyacente que se puede reutilizar en el mismo proyecto, siempre y cuando no esté contaminado</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo de residuo	Características	Alternativa de reducción	Sobranante de material de descapote	Es el material orgánico proveniente de las actividades de desmonte y descapote, lo cuales se consideran residuos aprovechable biodegradables	El suelo producto de las actividades de desmonte y descapote se puede reutilizar en actividades de restauración y revegetalización.	Escombros	Material rocoso, arcilloso o granular proveniente de las excavaciones y que no se puede reutilizar en la obra.	Hacer la separación del material de relleno del suelo subyacente que se puede reutilizar en el mismo proyecto, siempre y cuando no esté contaminado
Tipo de residuo	Características	Alternativa de reducción								
Sobranante de material de descapote	Es el material orgánico proveniente de las actividades de desmonte y descapote, lo cuales se consideran residuos aprovechable biodegradables	El suelo producto de las actividades de desmonte y descapote se puede reutilizar en actividades de restauración y revegetalización.								
Escombros	Material rocoso, arcilloso o granular proveniente de las excavaciones y que no se puede reutilizar en la obra.	Hacer la separación del material de relleno del suelo subyacente que se puede reutilizar en el mismo proyecto, siempre y cuando no esté contaminado								
• Manejo de escombros que no pueden ser reutilizados: El manejo de sobrantes de material de descapote se excluye de la ficha puesto que su manejo y disposición final se tratarán en el programa de manejo de la cobertura vegetal. 1) Manejo de residuos de excavaciones y demoliciones (escombros) -El tiempo máximo permitido para el almacenamiento de escombros en el espacio público es de 24 horas, en caso de presentar problemas en este ítem, se debe garantizar la construcción de un centro de un sitio de almacenamiento temporal que no interfiera con el tránsito vehicular y peatonal. -Con posterioridad a la finalización de las obras se debe recuperar el espacio utilizado, garantizando la eliminación absoluta de los residuos. 2) Transporte de los sobrantes o residuos sólidos -Los vehículos deben tener dentro de su carrocería el platón aprobado para que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad y evitar el derrame o pérdida de material. -La carga transportada debe estar cubierta para evitar dispersión o emisiones de material particulado. 3) Disposición final										

Los residuos de excavaciones y demoliciones deben ser dispuestos en sitios previstos, seleccionados y evaluados por la autoridad ambiental.

11.5 PROGRAMA MANEJO DE VEGETACIÓN

11.5.1 Proyecto 1. Manejo de la cobertura vegetal

Manejo de la cobertura vegetal		PMA-MCB-006
OBJETIVO		
Establecer las acciones para el inventario y manejo de la vegetación que será intervenida en las obras principales del proyecto con el fin de prevenir, minimizar y controlar los impactos en la vegetación.		
META	INDICADORES DE CUMPLIMINETO	
- Conservar en condiciones óptimas la cobertura vegetal que será reutilizada. - Realizar el manejo silvicultural para individuos autorizados.	- Volumen de cobertura vegetal conservada/Volumen de cobertura vegetal removida. - Número de árboles tratados/número de árboles autorizados.	
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR	
- Actividades previas al inicio de obra - Actividades para la recuperación del derecho de la vía	- Contaminación del agua - Alteración de la cobertura vegetal y el uso actual del suelo - Pérdida de suelo - Alteración de la calidad visual - Alteración de actividades económicas - Afectación a fauna	
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención: X	Mitigación: X	Corrección ____ Compensación ____
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		
- Manejo de material de desmonte: -Las actividades de descapote se deben limitar únicamente en áreas pertenecientes al proyecto con previa aprobación de la interventoría. -El descapote se debe hacer de forma manual, con el fin de evitar daños estructurales de servicios públicos, cultivos o propiedades que no se planean intervenir. -El volumen de cobertura vegetal debe ser almacenado y protegido con el fin de usarlo posteriormente en las áreas de recuperación del proyecto. -El sitio de almacenamiento debe ser ubicado conjuntamente con la interventoría ambiental -Se recomienda que el material removido de cobertura vegetal se apile pasto sobre pasto y tierra sobre tierra, con una altura menor a 1,5 metros, con el fin de mantener en buenas condiciones la capa vegetal. - Manejo de vegetación en podas, talas y traslados: -El manejo de esta vegetación debe hacerse conforme al decreto 383 del 2018		

-Previo al inicio de actividades de obra se debe hacer una revisión de la cobertura vegetal con el fin de establecer las obras y actividades de tala, poda, bloqueo y traslado requeridas. -Para la tala de árboles es necesario realizar un inventario forestal de las especies que se requieren intervenir. -Es necesario evaluar y registrar la cobertura vegetal perteneciente al derecho de vía que se encuentre en mal estado, con signos de volcamiento o que representen un peligro para los usuarios de la vía. • Inventario forestal: -El inventario forestal permite conocer y cuantificar las especies de árboles del área de influencia directa que se van a intervenir. En este sentido, se debe medir en el terreno cada uno de los individuos de interés para la evaluación. -Esta actividad se constituye en la base para la obtención del permiso de aprovechamiento forestal. • Elaboración del diagnóstico: El diagnóstico corresponde al análisis del levantamiento de información de especies vegetales, en el cual se resalta la importancia de la vegetación en el terreno. El diagnóstico debe contener como mínimo los siguientes parámetros: a) Localización y caracterización general de la zona objeto del inventario b) Descripción detallada de la vegetación c) Análisis del inventario forestal (orden de abundancia de especies, clase de altura y análisis volumétrico)
--

11.5.2 Proyecto 2. Recuperación de áreas intervenidas y compensación forestal

Recuperación de áreas intervenidas y compensación forestal		PMA-RAICF-007
OBJETIVO		
Determinar las acciones a realizar para la recuperación de cobertura vegetal en las áreas intervenidas en las diferentes actividades del proyecto.		
META		INDICADORES DE CUMPLIMINETO
Recuperar el 100% de las áreas intervenidas por el proyecto		- Área en m2 restauradas/Áreas m2 intervenidas - Número de árboles plantados/Número de árboles a plantar.
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN		IMPACTOS A MANEJAR
- Instalación de infraestructura temporal - Desmantelamiento de infraestructuras temporales		- Pérdida de suelo - Alteración de cobertura vegetal y el uso actual del suelo - Conflictos con la comunidad - Activación o generación de procesos erosivos
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención: X Mitigación __ Corrección: X Compensación __		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		

Este proyecto contempla en la etapa de desmantelamiento y abandono la arborización y la emhradización en áreas que han sido intervenidas por el proyecto, como instalaciones temporales, zonas de disposición final de sobrantes, derecho de vía, entre otras.

- Criterios para arborización paisajística:

Para definir las especificaciones del proyecto de arborización se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Identificar los sitios que pueden ser de interés paisajístico y de recuperación ecológica.
- Describir la ruta seleccionada de las zonas que pueden ser arborizadas.
- En los separadores de la vía se plantarán especies medianas, de 1 a 1,5 m de altura y de porte bajo, para que sus raíces no causen daños en el pavimento
- En la intersección se propone jardines con grama y especies ornamentales de poco crecimiento.
- Se recomienda usar plantas de diferentes especies con el fin de recuperar el equilibrio biológico.
- Se recomienda que la plantación del arborizado sea como mínimo a 0,6 m de la berma para evitar problemas por raíces en el pavimento.
- Se debe verificar en la adquisición de las plantas que los tallos se encuentren rectos y en buen estado, para evitar que en su crecimiento se inclinen, comprometiendo su estabilidad.
- Se debe realizar un seguimiento y monitoreo de los individuos plantados, para garantizar la sostenibilidad del arborizado.
- La especie a sembrar debe ser nativa.

- Emhradización:

La emhradización es una estrategia que contribuye en el manejo de procesos erosivos, recuperación de suelos y repoblación de áreas desprotegidas. A continuación, se consideran los aspectos más importantes a tener en cuenta en la emhradización:

- Se deben evaluar las áreas afectadas por el proyecto para determinar el método de revegetalización, teniendo en cuenta las características ambientales y las condiciones climáticas.
- Se debe hacer labores de campo de análisis agrológico del suelo, con el fin de orientar el tipo de fertilización y estimar la posible respuesta de la vegetación.
- Se debe evitar el paso de maquinaria pesada sobre el suelo ya extendido.

- Recuperación de áreas intervenidas en fuentes de materiales:

- En caso de que la obra requiera de explotación de material de cantera, se debe realizar actividades de recuperación en las áreas intervenidas, conforme lo establecido en el acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental otorgó el permiso.
- Para el plan de restauración se debe realizar un diagnóstico que ayude a describir el estado original de la fuente de material, antes de intervenir, donde se describa detalladamente la composición de las especies y la estructura vegetal existente.
- El recubrimiento vegetal se debe enfocar a imitar la composición vegetal natural que se encuentra en el área de influencia directa de la fuente.

11.6 PROGRAMA PROTECCIÓN DE ÁREAS SENSIBLES

Protección de áreas sensibles		PMA-PAS-008
OBJETIVO		
Establecer acciones para que el contratista encargado de la obra identifique y aplique medidas sobre las áreas sensibles ambientales presentes en el área de influencia directa de la ampliación de la vía Suba-Cota		
META	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	
Implementar el 100% de las medidas propuestas en la ficha	No. de acciones ejecutadas / No de acciones a ejecutar	
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR	
- Actividades previas al inicio de la obra. - Actividades para la recuperación del derecho de vía - Actividades de desmantelamiento y abandono.	- Afectación de áreas sensibles ambientales - Alteración de la cobertura vegetal y el uso actual del suelo - Alteración de calidad visual	
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención <u>X</u> Mitigación <u> </u> Corrección <u> </u> Compensación <u> </u>		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		
- Como primera medida, verificar ante la autoridad ambiental si se trata de un área protegida y por consiguiente conocer si dicha autoridad cuenta con un plan de manejo específico para la protección de estos ecosistemas. - Capacitar a los trabajadores sobre la importancia y susceptibilidad del ecosistema en cuestión y de la normatividad ambiental que aplica para este tema. - Señalizar con cerramiento y/o demarcación las zonas que podrían verse afectadas por el desarrollo de las obras constructivas, evitando el paso del personal. - Prohibir instalación de infraestructura como campamentos, maquinaria, plantas, equipos y materiales dentro del área. - Impedir que se arroje basura o se haga disposición temporal del material sobrante en estas zonas. - Realizar un diagnóstico de la cobertura vegetal del área y un registro fotográfico, previo a la ejecución de la obra, con el fin de establecer las condiciones iniciales del área y valorar en la etapa de cierre del proyecto las condiciones finales. - Establecer medidas preventivas para el control de incendios forestales. - Prohibir al personal extraer especímenes vegetales de la zona.		

11.7 PROGRAMA PROTECCIÓN DE FAUNA

Protección de fauna	PMA-PPF-009
OBJETIVO	

Evitar la pérdida de ejemplares de fauna en el área de influencia directa del proyecto	
META	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
Conseguir que la afectación a la fauna sea del 0%	- Número de individuos afectados = 0 - Número de individuos rescatados = al número de individuos relocados
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR
- Actividades para la recuperación del derecho de vía - Actividades de desmantelamiento y abandono.	- Afectación a la fauna - Afectación de áreas sensibles
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR	
Prevención <u>X</u> Mitigación <u> </u> Corrección <u> </u> Compensación <u> </u>	
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR	
- Programas de capacitación y educación ambiental: El especialista ambiental encargado realizará charlas informativas y educativas a los trabajadores de la obra, relacionadas con la preservación de los recursos naturales enfocado en las especies de fauna endémicas de la zona. La capacitación deberá incluir temas como: normas generales de conducta dentro de la obra, especies de fauna en la zona del proyecto, manejo de la fauna en la zona del proyecto, normativa acerca de la protección de la fauna - Control de ruido en maquinaria y equipos: La maquinaria deberá contar con silenciadores para minimizar los niveles de ruido generados y evitar que sobrepasen los máximos permisibles establecidos en la resolución 627 del 2006 (Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental) - Perturbación controlada en los frentes de trabajo: Se realizará un ahuyentamiento controlado sobre el área a intervenir. El ahuyentamiento que se pretende efectuar es de tipo auditivo y por vibraciones.	

11.8 PROGRAMA GESTIÓN SOCIAL

11.8.1 Proyecto 1. Atención e información a la comunidad

Proyecto 1. Atención e información a la comunidad		PMA-AIC-010
OBJETIVO		
Informar y responder oportunamente a las solicitudes y quejas de la comunidad presente en el área de influencia directa del proyecto, con el fin de generar confianza y evitar rechazo por desconocimiento del proyecto.		
META	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	
- Responder el 100% de las inquietudes y solicitudes de la comunidad. - Cumplir con el 100% de las actividades de atención e información a la comunidad.	- Número de solicitudes presentadas en el periodo / Número de solicitudes resueltas en periodo. - Número de reuniones realizadas/ Número de reuniones programadas	

	Número de volantes entregados/ Número de volantes programados
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR
- Actividades previas al inicio de la obra. - Actividades para la recuperación del derecho de vía - Actividades de desmantelamiento y abandono.	- Afectación a la cotidianidad. - Conflictos con comunidades e instituciones - Afectación a la movilidad peatonal y vehicular
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR	
Prevención <u>X</u> Mitigación <u>X</u> Corrección ____ Compensación ____	
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR	
- Atención de la comunidad: - Establecer un punto de atención a la comunidad en el campamento. La oficina debe contar con una línea telefónica y un buzón para sugerencias. - Las solicitudes recibidas deben registrarse con el fin de realizar un seguimiento y control. - Las respuestas a las solicitudes presentadas por la comunidad se deben responder de manera oportuna y adecuada (en un tiempo no mayor a quince días). El residente social encargado debe registrar las solicitudes y respuestas para lograr calcular el índice de seguimiento. - Información a la comunidad: - Realizar una reunión dirigida a la comunidad del área de influencia directa del proyecto, a la autoridad ambiental y a los líderes comunales, esta se debe llevar a cabo mínimo ocho días antes de iniciar la obra. El objeto de la reunión es lo siguiente: 1) Presentar el personal de la firma contratista e interventora, 2) Exponer el objeto, alcance y plazo del contrato, 3) Dar a conocer los programas de manejo social que se van a desarrollar, 4) Informar acerca del procedimiento para resolver quejas e inquietudes. - Realizar una reunión una vez la obra se haya completado a un 90% o 95%, con el propósito de informar sobre las obras ejecutadas. - Realizar reuniones mensuales con el Comité de Veeduría y Participación Ciudadana o cuando la comunidad lo requiera, donde se brinde información sobre el avance de la obra y el cronograma de las actividades destinadas para el próximo mes. - Como mecanismo de información se entregarán volantes convocando a la comunidad a reuniones, esto se realizará con mínimo tres días de anticipación.	

11.8.2 Proyecto 2. Manejo de predios en el área de influencia directa y relocalización de la población afectada

Proyecto 2. Manejo de predios en el área de influencia directa y relocalización de la población afectada		PMA-MPRP-011
OBJETIVO		
Establecer acciones con los propietarios de los predios que se encuentren en el área de influencia directa del proyecto		
META	INDICADORES DE CUMPLIMINETO	
- Identificar el 100% de los predios que se puedan ver afectados durante el desarrollo de la obra. - Realizar el 100% de las actas de vecindad que se requieran. - Garantizar la satisfacción al 80% de las personas que participan en el proceso de negociación de predios. - Restituir las condiciones de las familias que verán afectada su actividad económica debido a la adquisición de predios.	- Número de predios identificados/ Número de predios requeridos - Número de actas de vecindad elaboradas/Número de predios existentes en el área de influencia directa. - Número de predios negociados/Número total de predios a negociar. - Porcentaje de familias con restitución de actividad económica/ Porcentaje de familias con afectación en su actividad económica	
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR	
- Actividades previas al inicio de la obra. - Actividades para la recuperación del derecho de vía - Actividades de desmantelamiento y abandono.	- Afectación a la infraestructura existente - Conflictos con comunidades e instituciones	
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención ____ Mitigación <u>X</u> Corrección <u>X</u> Compensación <u>X</u>		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		
- Actas de vecindad: Levantar un acta de vecindad para las construcciones y cultivos presentes en el área de influencia directa del proyecto, con el fin de verificar el estado inicial de estos, identificar riesgos y evitar conflictos con la comunidad - Identificación de predios a intervenir: Identificar previamente al inicio de las obras los predios a intervenir, especificando el número de predios, ubicación georeferenciada y estado legal. - Información, participación y concertación: Para dar inicio al proceso de negociación de predios, se realizará una reunión con los propietarios y arrendatarios de los predios que serán intervenidos por el desarrollo de la obra. En esta reunión se presentará las alternativas para la negociación y se procederá a la concertación con cada familia - Negociación de predios: Se procede a la negociación de los predios, se ofrecerá acompañamiento jurídico y social con el propósito de garantizar la correcta inversión del dinero.		

- Restitución de actividades económicas: Se estudiarán las posibilidades de negocio en lugares aledaños al sitio donde actualmente se desarrolla la actividad económica, en caso de no ser posible, se analizará junto a la familia la alternativa más viable.

11.8.3 Proyecto 3. Contratación de mano de obra

Proyecto 3. Contratación de mano de obra		PMA-CMO-012
OBJETIVO		
Definir el procedimiento para la contratación de mano de obra no calificada correspondiente a l área de influencia del proyecto		
META	INDICADORES DE CUMPLIMINETO	
- Contratar el 80% de la mano de obra no calificada del área de influencia del proyecto. - Evitar conflictos con las comunidades por la actividad de contratación de personal	- Número de trabajadores de mano de obra no calificada del área de influencia/ Número de trabajadores de mano de obra no calificada - Número de quejas por mal manejo de contratación/Número de quejas recibidas	
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR	
- Actividades previas al inicio de la obra. - Actividades para la recuperación del derecho de vía - Actividades de desmantelamiento y abandono.	- Conflictos con la comunidad - Generación de empleo	
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención ____ Mitigación <u>X</u> Corrección ____ Compensación ____		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		
Con el objeto de precisar el alcance de la contratación de mano de obra se define el concepto de mano de obra no calificada: Mano de obra no calificada: se refiere a las actividades que no requieren una preparación de alto nivel para su desarrollo, como en el caso de ayudantes de construcción, servicios generales, vigilancia, entre otros.		
Actividades para la contratación de mano de obra: - En la reunión de inicio se debe informar a la comunidad sobre el número de trabajadores no calificados requeridos y los requisitos para la contratación, con el fin de evitar falsas expectativas sobre la oferta de empleo. - Previo al inicio de la obra, el contratista debe presentar a la alcaldía los cargos y perfiles de los trabajadores requeridos para las distintas actividades. - Cada aspirante que entregue su hoja de vida debe recibir un certificado con el consecutivo que lo identifica. - El grupo de gestión ambiental deberá presentar al contratista los candidatos para ocupar los cargos requeridos.		

- El contratista evaluará las propuestas recibidas, y los resultados deberán ser publicados en un lugar visible a la comunidad.
- Todos los trabajadores deberán recibir inducción sobre los programas de manejo ambiental, panorama de riesgos, información sobre el proyecto y presentación del grupo de gestión ambiental.

La población que tendrá prioridad para acceder a los puestos de trabajo será la correspondiente al área de influencia directa del proyecto, en caso de no lograr abastecer la necesidad del proyecto se prosigue a evaluar la contratación con la comunidad del área de influencia indirecta.

11.8.4 Proyecto 4. Manejo de tráfico

Proyecto 4. Manejo de tráfico		PMA-MT-013
OBJETIVO		
Mitigar posibles afectaciones al flujo vehicular debido al desarrollo de las actividades constructivas del proyecto		
META		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
• Implementar el 100% de la señalización preventiva para controlar el tránsito durante el desarrollo de las actividades constructivas • Cumplimiento al 70% del cronograma propuesto para la circulación de maquinaria pesada. • Minimizar las demoras en zonas de conflicto.		• Número de accidentes • Registro de entrada y salida de la maquinaria • Cantidad de horas diarias con congestión
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN		IMPACTOS A MANEJAR
• Actividades previas al inicio de la obra. • Actividades para la recuperación del derecho de vía • Actividades de desmantelamiento y abandono.		• Afectación de movilidad vehicular y peatonal • Conflictos con la comunidad
TIPO DE MEDIDA A DESARROLLAR		
Prevención ____ Mitigación <u>X</u> Corrección ____ Compensación ____		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A DESARROLLAR		
• Implementar señalización informativa, preventiva y reglamentaria para indicarle al usuario de la vía las precauciones que debe tomar debido al desarrollo de la obra. • Elaborar un cronograma de circulación de los vehículos pesados y llevar control de los horarios de ingreso y salida de la obra. • En la movilización de maquinaria pesada se debe dar cumplimiento a lo dispuesto por Ministerio de transporte en la resolución 4959 de 2006.		

- En caso de que se requiera el transporte de maquinaria pesada en largos tramos se empleará camas bajas con escoltas y asesoría de la Secretaria de Transito.
- Se identificará de manera oportuna las horas de mayor congestión en la vía y se reportará a las autoridades de tránsito, con el fin de recibir apoyo especialmente en la hora pico.
- Para optimizar el tiempo de recorrido se habilitará un carril y se alternará el paso por cada dirección en la vía, esto con ayuda de personal y señalización.
- En caso de requerir el cierre total se debe comunicar previamente a la comunidad sobre la eventualidad y se indicarán las rutas alternas.

12.PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Los lineamientos de participación ciudadana del proyecto “Análisis Operativo y Ambiental de la Ampliación de la vía Suba-Cota” se realizaron a partir de la socialización del proyecto por medio de material audiovisual con acceso libre en la plataforma YouTube, donde se informa a la comunidad del área de influencia directa las características técnicas de la ampliación y se proporciona evidencia de la simulación con los diseños finales de la vía.

En el siguiente enlace se encuentra el material audiovisual con la información técnica del proyecto “Análisis Operativo y Ambiental de la Ampliación de la vía Suba-Cota”:

Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=IrQgPdBzYIk>

13.IMPACTO SOCIAL

El aumento de la demanda de transporte y del tránsito vial han generado en las ciudades, un incremento en la congestión, demoras, accidentes y problemas ambientales, esta situación perjudica a los automovilizados, a los usuarios del transporte público, causa pérdidas económicas y otros efectos negativos relacionados con la salud de la población, dado el aumento en la contaminación acústica y atmosférica (Bull, Congestión de tránsito, el problema y como enfretarlo, 2003).

Aspectos como el incremento en la disponibilidad de vehículos, el crecimiento acelerado de la población, la menor cantidad de habitantes por hogar y el déficit de políticas aplicables al transporte ha potencializado la congestión vial. Por este motivo se requiere emprender proyectos que aporten una mayor capacidad a las vías.

En este sentido, la ampliación de la vía Suba-Cota pretende mejorar la calidad de vida de los usuarios, promoviendo el crecimiento económico al permitir la accesibilidad, conectividad y movilidad desde el municipio de Cota a la ciudad de Bogotá y viceversa. Actualmente la vía manifiesta un nivel de servicio E, al ejecutar la obra de la ampliación a dos calzadas- tres carriles y al construir un carril de aceleración y otro de desaceleración en la intersección entre la vía y la Carrera 111 (Entrada a corpas) se prevé que el servicio cambiará hasta un nivel C, mejorando la condición de operación de la vía en términos de comodidad, seguridad vial, interrupción a circulación y velocidad.

Es importante mencionar que el desarrollo de los proyectos de infraestructura vial genera alteraciones considerables sobre los ecosistemas, por esto las actividades constructivas se ejecutarán bajo una serie de lineamientos de manejo ambiental, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo económico de la comunidad, el bienestar social y el cuidado del medio ambiente.

14. CONCLUSIONES

- El estudio de las patologías de los 5,3 kilómetros de longitud que conforma la estructura de pavimento flexible de la vía Suba-Cota, permitió determinar el área total afectada de la vía, por medio de la división de 35 tramos de 150 metros cada uno, donde se obtuvo un área total afectada de 4205,79 m² que representa el 13,52% del total de la estructura de pavimento flexible.
- Con el análisis de patologías por tramos, se determinó que los tramos más afectados corresponden al tramo cuatro (T4) con un área afectada de 638,23 m² y al tramo veinte (T20) con un área afectada de 571,94 m², éstos se caracterizan por presentar baches, fisuras (longitudinales y transversales) y piel de cocodrilo, producto del tránsito retenido en la intersección de la carrera 92 con la vía Suba-Cota y de la intersección con la carrera 111, contribuyendo a su vez a la disminución de la velocidad de los vehículos que deben esquivar de manera segura los daños del pavimento.
- La vía Suba-Cota atraviesa un ecosistema sensible conformado por la zona de protección al paisaje del Cerro de la Conejera, la zona de usos sostenible y restauración de la Reserva Foresta Thomas Van Der Hammen y la zona de ronda de protección del Río Bogotá, las cuales son objeto de protección por medio de la formulación de lineamientos de manejo ambiental.
- Por medio de la identificación de impactos del escenario sin proyecto se identificó las actividades que han tenido mayor incidencia sobre el medio biótico, abiótico y socioeconómico presente en el área de influencia directa. Donde se encontró que el medio abiótico es el más afectado con un número de 19 impactos generados por el desarrollo de las actividades de comercio y servicios, actividades agropecuarias, uso de vías existentes y disposición de aguas residuales industriales.
- El diseño de la sección transversal de la vía Suba-Cota permitió contemplar dos escenarios para facilitar el análisis y la toma de decisión respecto a la mejor alternativa que garantiza un tránsito fluido. El primero, consta de una sección transversal doble calzada de dos carriles con un derecho de vía de 25,1 m y el segundo consta de una sección transversal doble calzada de tres carriles con un derecho de vía de 31,1 m, los cuales están diseñados bajo

los criterios del INVIAS y el IDU para proporcionar seguridad, comodidad y cumplir con las exigencias del tránsito proyectado.

- El diseño de la intersección de la vía Suba-Cota y la carrera 111 consta de una sección tipo “T” con un carril de aceleración de 90 metros y un carril de desaceleración de 70 metros que brinda solución a la magnitud de los volúmenes de tránsito que circulan por cada uno de los elementos de la vía, además, la intersección tipo “T” es una opción sencilla que no requiere una alta ocupación de suelo y no se presta a movimientos complejos o recorridos demasiado largos, que ocasionen confusión en el conductor.
- La obra de ampliación de la vía Suba-Cota genera 107 impactos, 102 de carácter negativo y 5 de carácter positivo. Entre los impactos negativos el 77 % cuenta con una importancia moderada, lo cual significa que la recuperación de las áreas donde se ejecutan las actividades relacionadas con esta categoría de impacto ocurrirá a corto plazo, además estas zonas no necesitaran de medidas correctivas exhaustivas.
- Las actividades correspondientes a la etapa de recuperación del derecho de vía generan la mayor cantidad de impactos negativos (74), entre los cuales 57 tienen una importancia moderada y 13 tienen una importancia severa. La condición severa la aporta aquellas actividades que alteran la cobertura vegetal y el uso actual del suelo, principalmente el desmonte y descapote.
- El ecosistema terrestre es el componente más afectado por el desarrollo de las actividades constructivas, dado que sobre él recaen 20 impactos negativos entre ellos 10 de carácter severo, en orden de afectación, sigue el componente atmosférico y luego el componente faunístico con 26 y 16 impactos negativos moderados. Aspectos como la remoción de cobertura vegetal, emisiones y generación de escombros son los que ocasionan en mayor medida la alteración al ecosistema de la zona.
- Mediante los resultados de la Evaluación Ambiental se establecieron un total de 13 proyectos para los Planes de Manejo Ambiental de los componentes: atmosfera, suelo, agua superficial, paisaje, áreas sensibles, geomorfología, ecosistemas terrestres, fauna, economía, espacial, cultural, demográfico y

político, los cuales se encuentran destinados a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos que se pueden generar en el desarrollo de las etapas de construcción de la ampliación de la vía Suba-Cota.

- En la microsimulación del escenario actual se detectó una alta congestión vehicular, con el propósito de incrementar la capacidad de la vía se simuló dos escenarios con diferentes secciones transversales y mediante la evaluación del parámetro longitud de cola promedio se determinó que el trazado vial constituido por dos calzadas-tres carriles es la mejor alternativa.
- La microsimulación en el software Vissim no considera las conductas negativas de los conductores lo que se refleja en un tránsito individualista sin respeto a los diferentes actores de movilidad, este comportamiento se debe a la falta de educación vial.

15. RECOMENDACIONES

- Para la implementación de este proyecto se sugiere realizar un estudio especializado en diseño y operación de ciclorutas, dado que el volumen de ciclísticas que se movilizan por la vía Suba-Cota es bastante representativo frente al tráfico de la zona, especialmente los fines de semana cuando las personas salen a hacer actividades recreativas y se ven enfrentadas a transitar por el medio de vehículos motorizados, arriesgando su integridad y aportando a la congestión del tráfico
- Se sugiere generar y evaluar alternativas respecto a las fases y ciclos de los semáforos, con el propósito de que el trayecto por esta zona sea más fluido y así lograr que la vía adapte un nivel de servicio A o B.
- La vía cuenta con un puente vehicular al límite del municipio de Cota, al ampliarla es imprescindible realizar lo mismo con esta estructura para evitar un “cuello botella” durante este paso. Por lo anterior se sugiere realizar estudios respecto a las condiciones naturales del terreno y a las condiciones funcionales de la construcción, esto como complemento a la presente propuesta.
- Se recomienda formular un Plan de Seguimiento y Monitoreo de acuerdo con el análisis de impactos realizado en el presente proyecto y de los indicadores establecidos en los Planes de Manejo Ambiental, con el fin de verificar y vigilar el comportamiento y efectividad de dichos planes e identificar potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

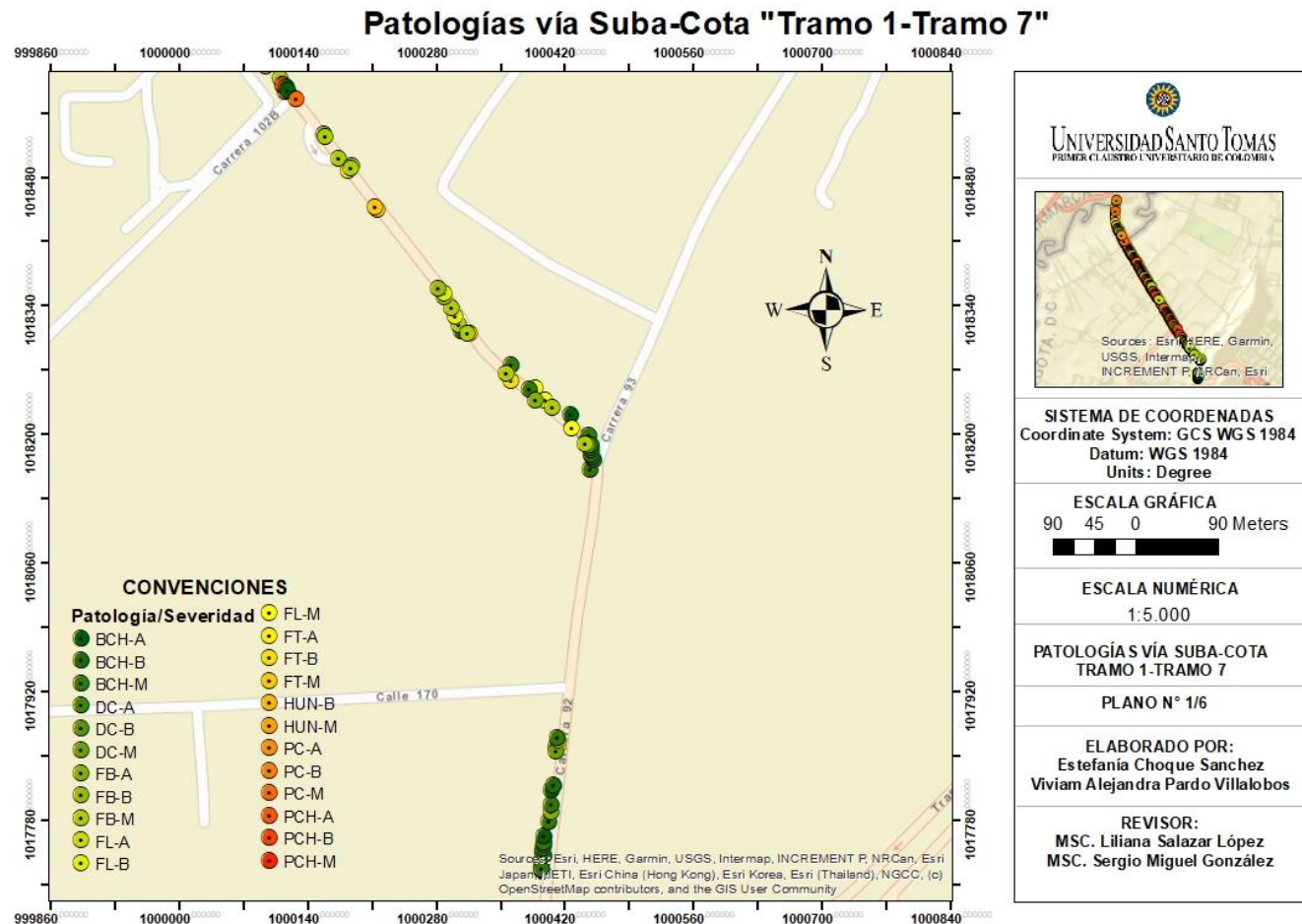
- Alcaldia Mayor de Bogotá D.C. (2001). *Decreto 190*. Bogotá D.C: Alcaldia Mayor de Bogotá D.C.
- Alcaldía Mayor Bogotá D.C. (s.f). *Importancia de la actividad considerada de utilidad pública o interés social*. Bogotá D.C: Alcaldía Mayor Bogotá D.C.
- Alcaldía Mayor Bogotá D.C, S. D. (s.f). *Alcaldia Mayor Bogotá, D.C. Secretaria Distrital de Planeación SISTRACCIÓN PARA LA RESERVA FORESTAL PRODUCTORA REGIONAL THOMAS VAN DER HAMMEN EN CONTEXTO CON LA UPR NORTE Y CON LA RED DE PAISAJE CIRCUNDANTE*. Bogotá.
- Alcaldía Mayor Bogotá,D.C. (s.f). *Aspectos técnicos de la actividad*. Bogotá: Alcaldía Mayor Bogotá,D.C.
- Alcaldia Mayor de Bogota D.C. (s.f). *Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C*. Bogotá D.C.
- Alcaldia Mayor de Bogota D.C, Secretaria de Planeación. (n.d.). *Estudios de soporte requeridos para la solicitud sustracción para la reserva forestal productora regional thomas van der hammen en contexto con la upr norte y con la red de paisaje circundante*. Bogotá.
- Bull, A. (2003). *Congestión de tránsito el problema y cómo enfrentarlo*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Bull, A. (2003). *Congestión de tránsito, el problema y como enfretarlo*. Santiago de Chile: CEPAL.
- CAR & MINAMBIENTE. (2018). *POMCA- Fase de diagnóstico resumen ejecutivo*. Bogotá D.C.
- CAR. (2007). *Plan de Manejo Ambiental de Agua Subterranea de Bogota y Zona Critica*. Bogotá D.C: Coporación Autonoma de Cundinamarca.
- CAR. (2011). *Reserva Thomas van der Hammen*.
- CAR. (2012). *Inventario de peces y crustaceos en tres fuentes hidricas de la jurisdiccion de la CAR*. Bogotá D.C.
- Conesa Fernandez, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Congreso de Colombia. (2008). *Ley 1239 de 2008*. Bogotá.D.C.
- Consorcio Suba-COTA. (2007). *Estudio y Diseños de la via Cota-Suba desde el limite con el distrito hasta la Avenida San Jose (Calle 170) en Bogotá D.C*. Bogota D.C .
- DANE. (2015). *Proyecciones de población*. Bogota D.C.

- DANE. (2019, Septiembre 9). *Mapas temáticos*. From <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/herramientas/mapas-tematicos-cnpv>
- EPM. (2012). *Caracterización del área de influencia del proyecto*.
- ICONTEC. (2015). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001*. Bogotá D.C: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- IDEAM. (2012). *Metología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno al movimiento de masa*. Bogotá D.C.
- IDIGER. (2010). *Zonificación de la Respuesta Sísmica de Bogotá para el Diseño Sismo Resistente de Edificaciones*. Bogotá D.C.
- IDIGER. (2016). *Amenaza por movimiento en masa en perspectiva de cambio climático*. Bogotá D.C.
- IGAC. (2014, Abril). *Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso*.
- INVIAS. (2007). *Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del subsector vial*. Bogotá D.C: INVIAS.
- INVIAS. (2008). *Manual de diseño geométrico de carretera*. Bogotá D.C: INVIAS.
- Jorge Parra Consultoría. (2004). *Estudios y diseños de la avenida ciudad de cali entre la calle 153 y la avenida San José en Bogotá D.C*. Bogotá D.C: IDU.
- Márquez Calle, G. (s.f). *XXI. Zonificación ambiental*.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2015). *Terminos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental -EIA- en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra- Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100000*. Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Decreto 2820*.
- PTV GROUP. (s.f). *PTV GROUP*. From <https://www.ptvgroup.com/es/soluciones/productos/ptv-vissim-nuevo/>
- Thomson, I., & Bull, A. (2001). *La congestión de tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. Santiago de Chile: CEPAL.
- UNAL & INVIAS. (2006). *Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles*. Bogotá D.C.
- UNAL. (s.f.). *Metodología para la evaluación de impactos ambientales de la universidad Nacional de Colombia*. Bogotá D.C.
- UPTC. (2007). *Capacidad y niveles de servicio de la infraestructura vial*. Tunja.

ANEXOS

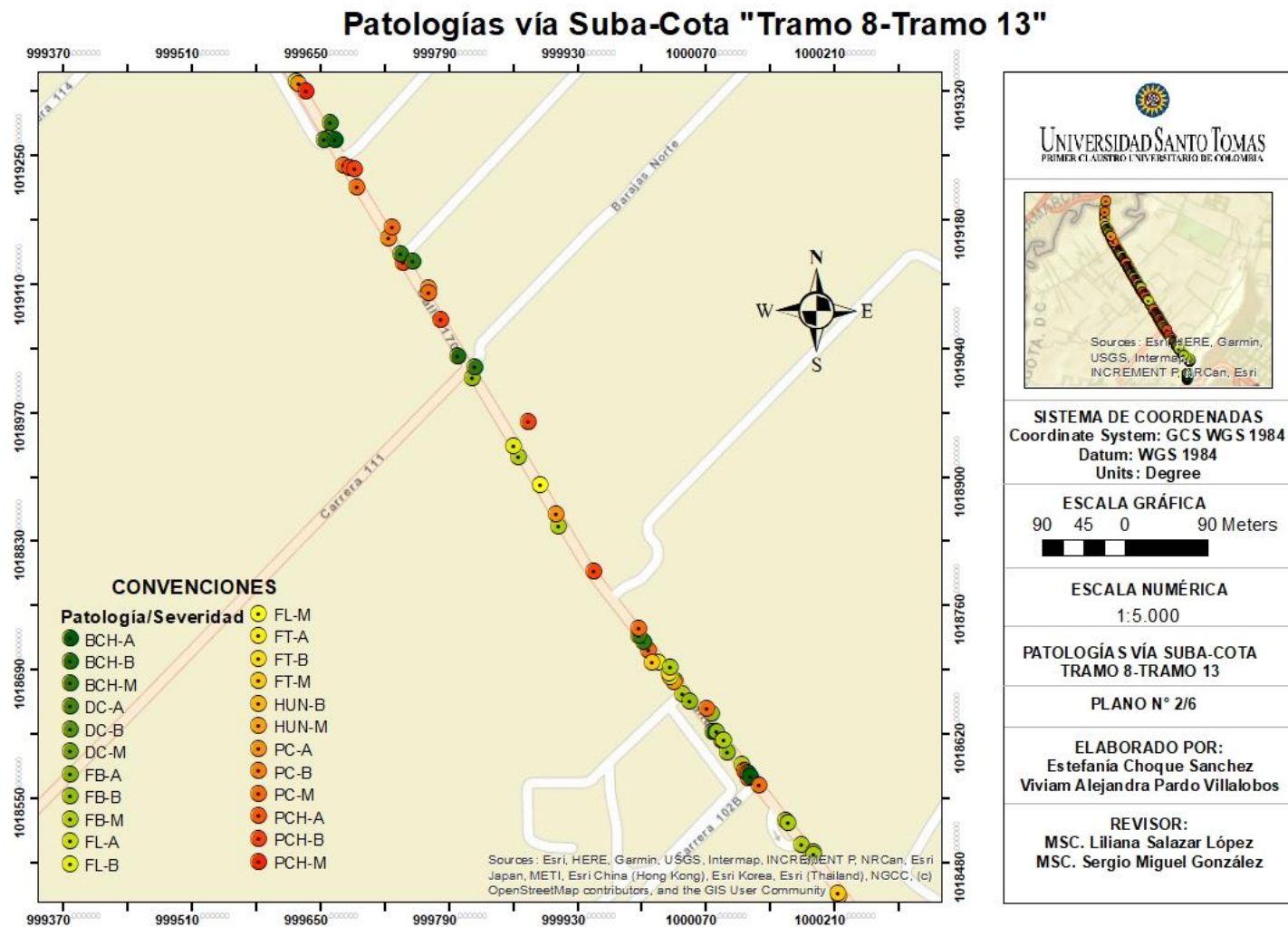
ANEXOS

Anexo 2. Patologías vía Suba-Cota "Tramo 1- Tramo 7"



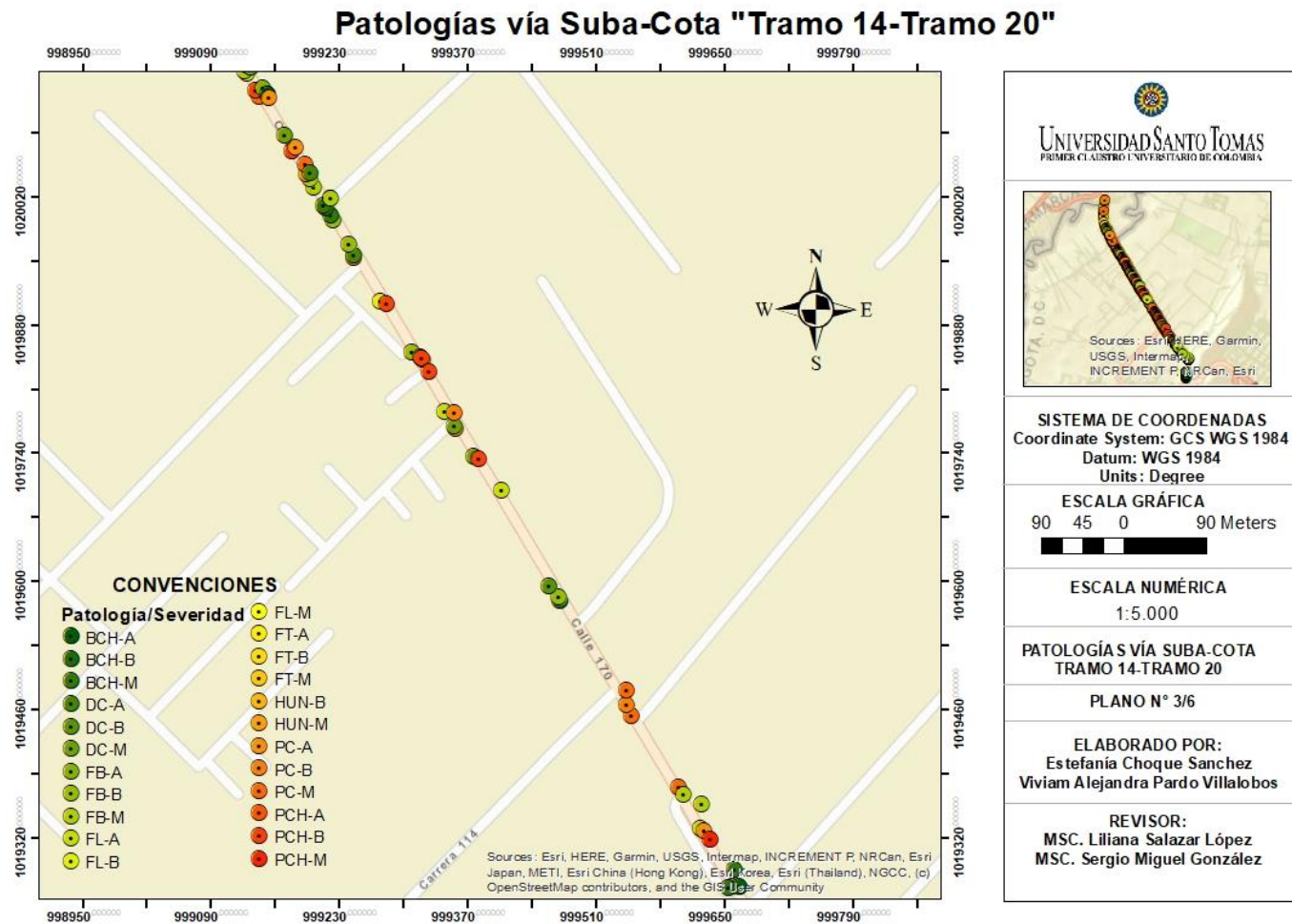
Fuente: Los autores

Anexo 3. Patologías vía Suba-Cota "Tramo 8- Tramo 13"

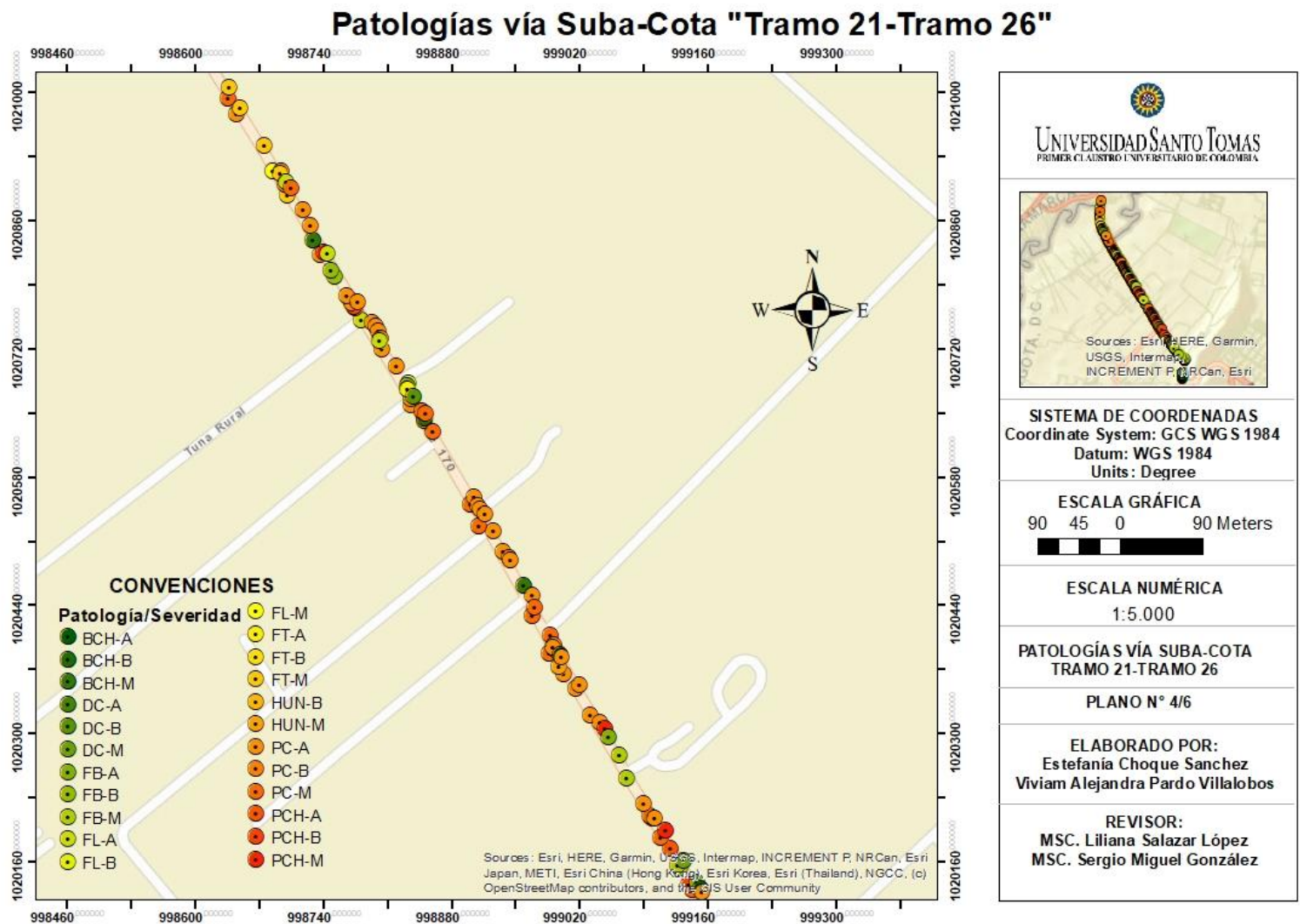


Fuente: Los autores

Anexo 4. Patologías vía Suba-Cota "Tramo 14- Tramo 20"

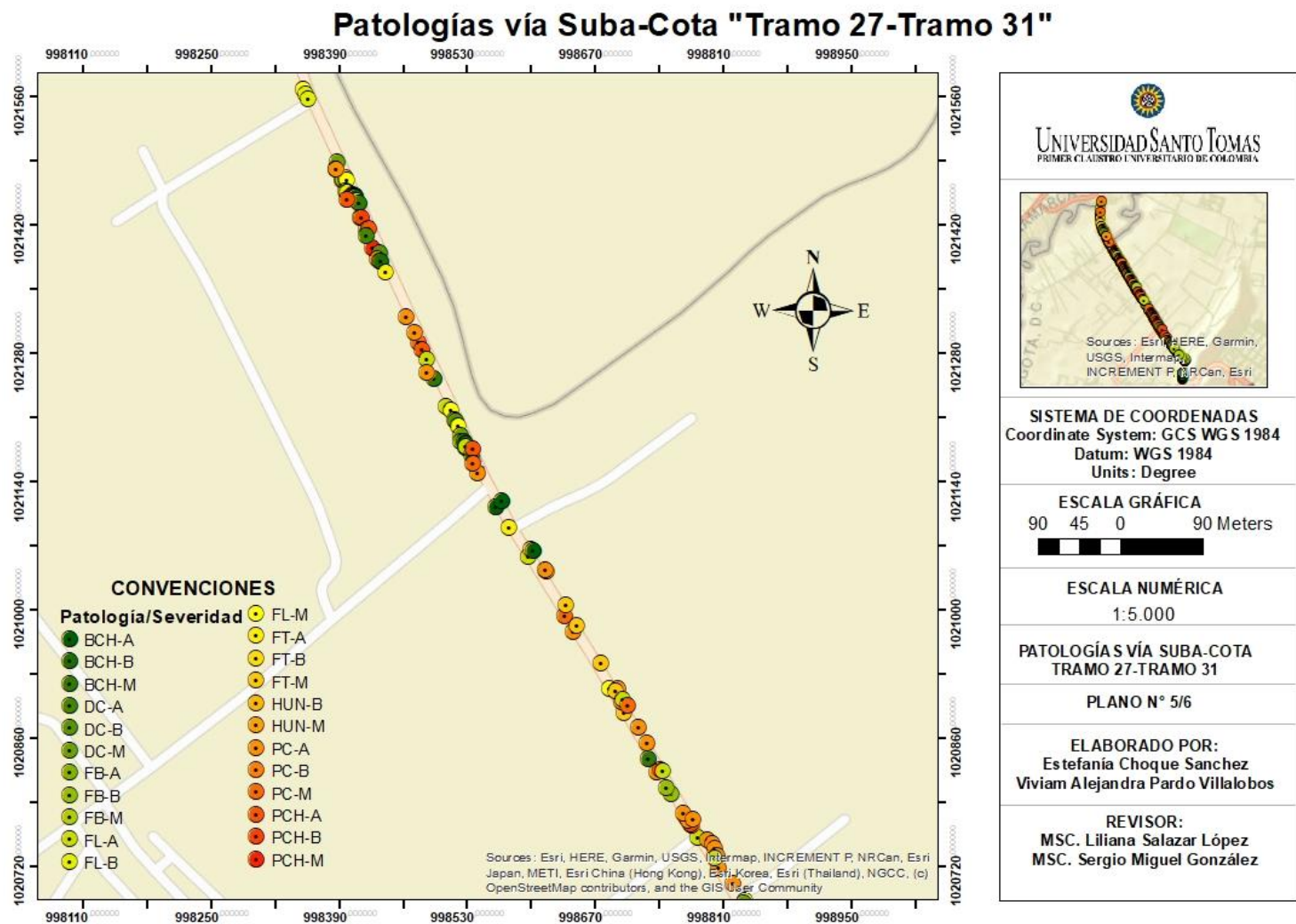


Anexo 5. Patologías vía Suba-Cota "Tramo 21- Tramo 26"



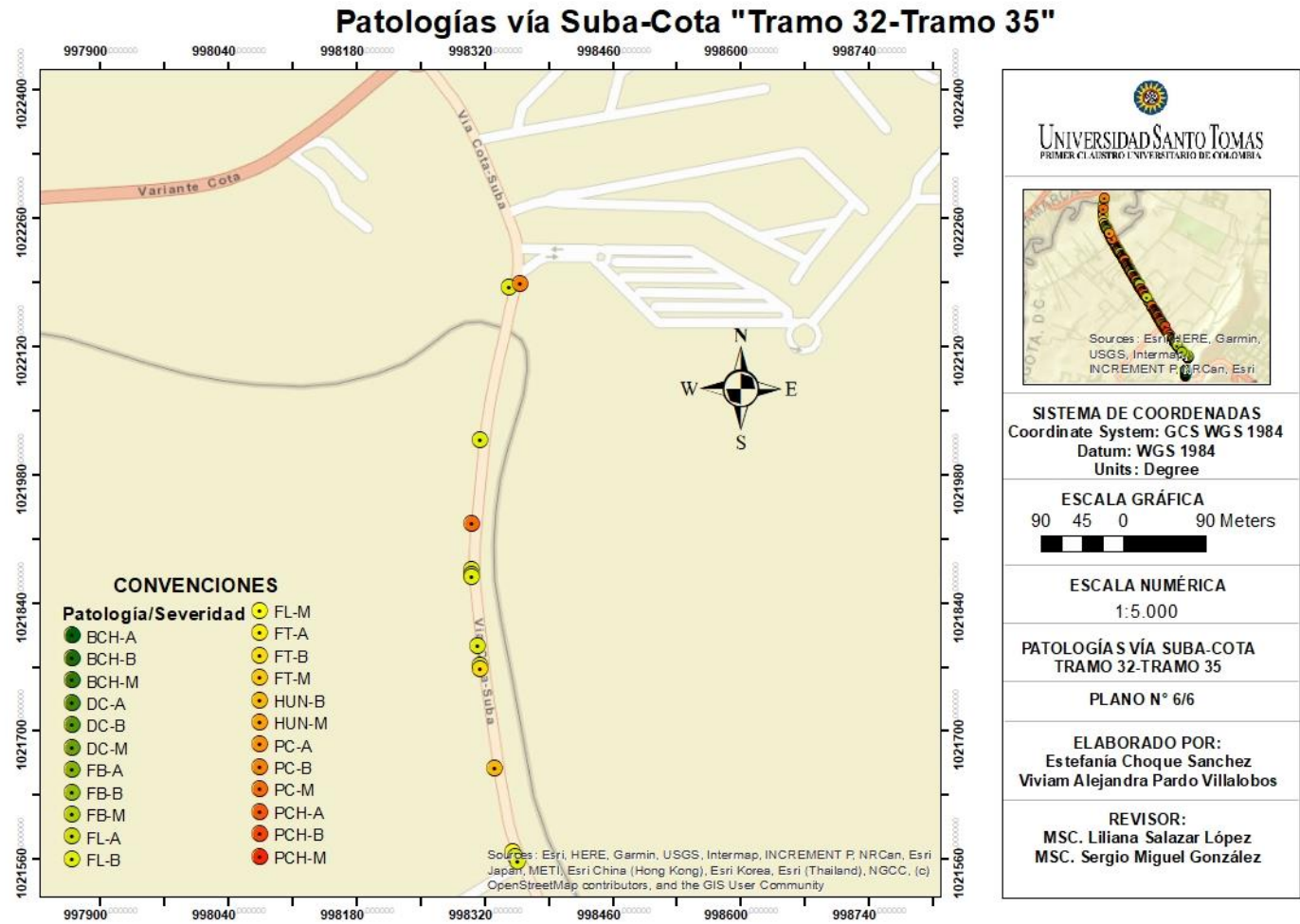
Fuente: Los autores

Anexo 6. Patologías vía Suba-Cota “Tramo 27- Tramo 31”



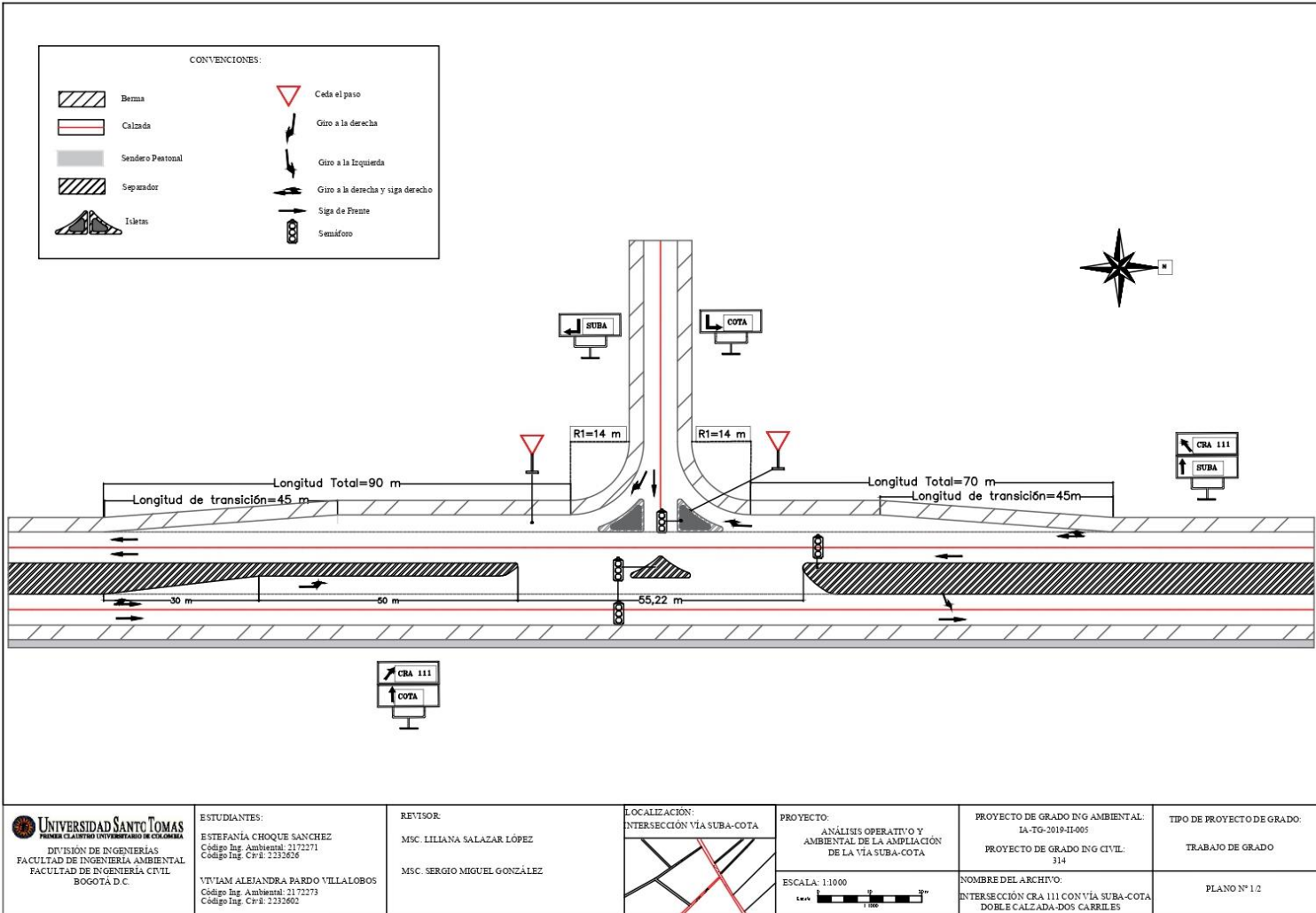
Fuente: Los autores

Anexo 7. Patologías vía Suba-Cota “Tramo 32- Tramo 35”



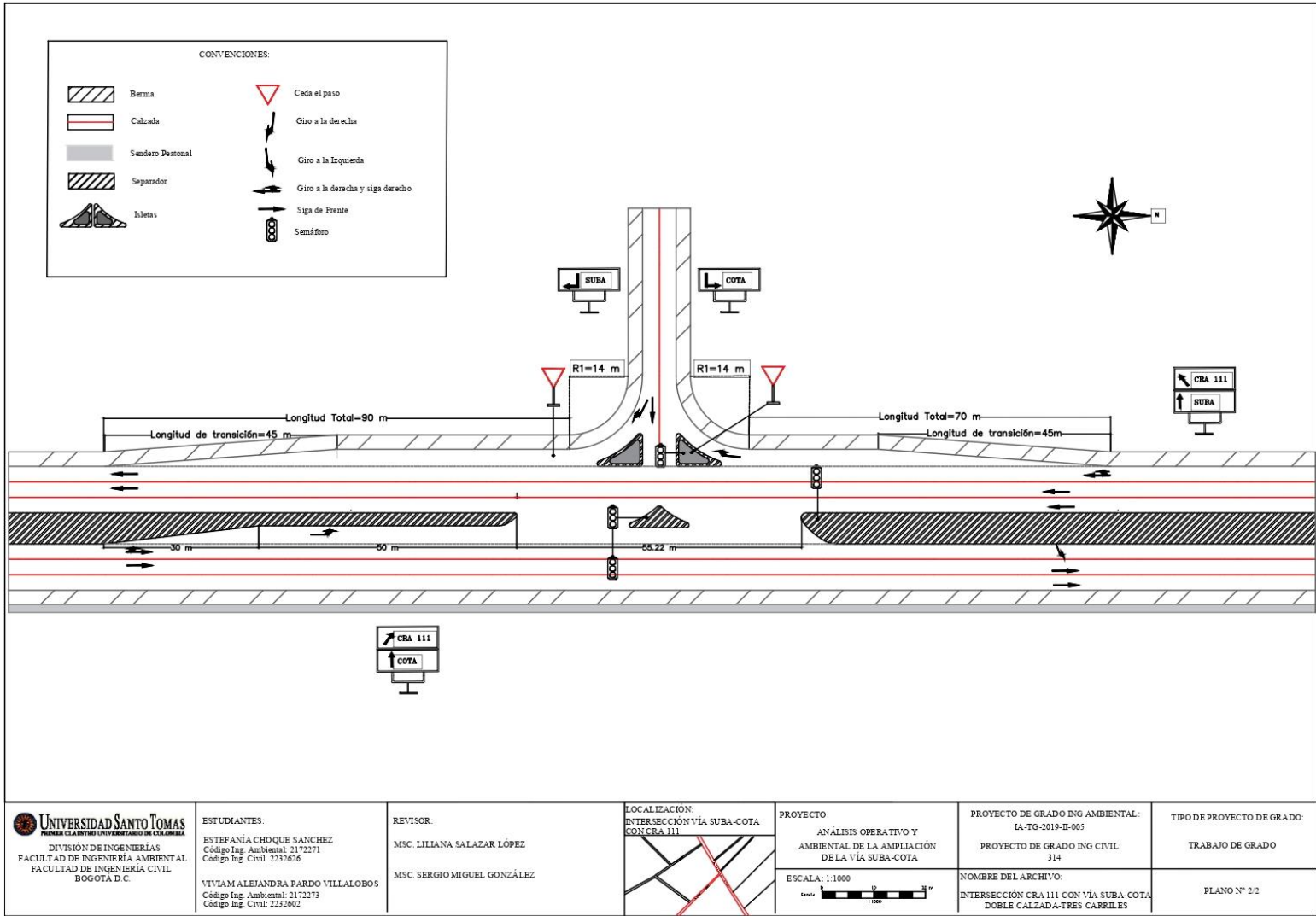
Fuente: Los autores

Anexo 8. Diseño intersección vía Suba-Cota con Carrera 111 doble calzada dos carriles



Fuente: Los autores

Anexo 9. Diseño intersección vía Suba-Cota con Carrera 111 doble calzada tres carriles



Fuente: Los autores