



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**APOYO A LA FORMULACIÓN DE UN
PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS
URBANAS EN 7 MUNICIPIOS DEL ORIENTE DE
ANTIOQUIA**

Autor

Yuliana Giraldo Marín

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental

Medellín, Colombia

2021



Apoyo a la formulación de un proyecto de pavimentación de vías urbanas en 7
municipios del oriente de Antioquia

Yuliana Giraldo Marín

Informe de Práctica académica, presentado como requisito parcial para optar al título
de:

Ingeniera Civil

Asesor:

Edwin Fabián García Aristizábal

Ingeniero Civil, PhD

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia

2021.

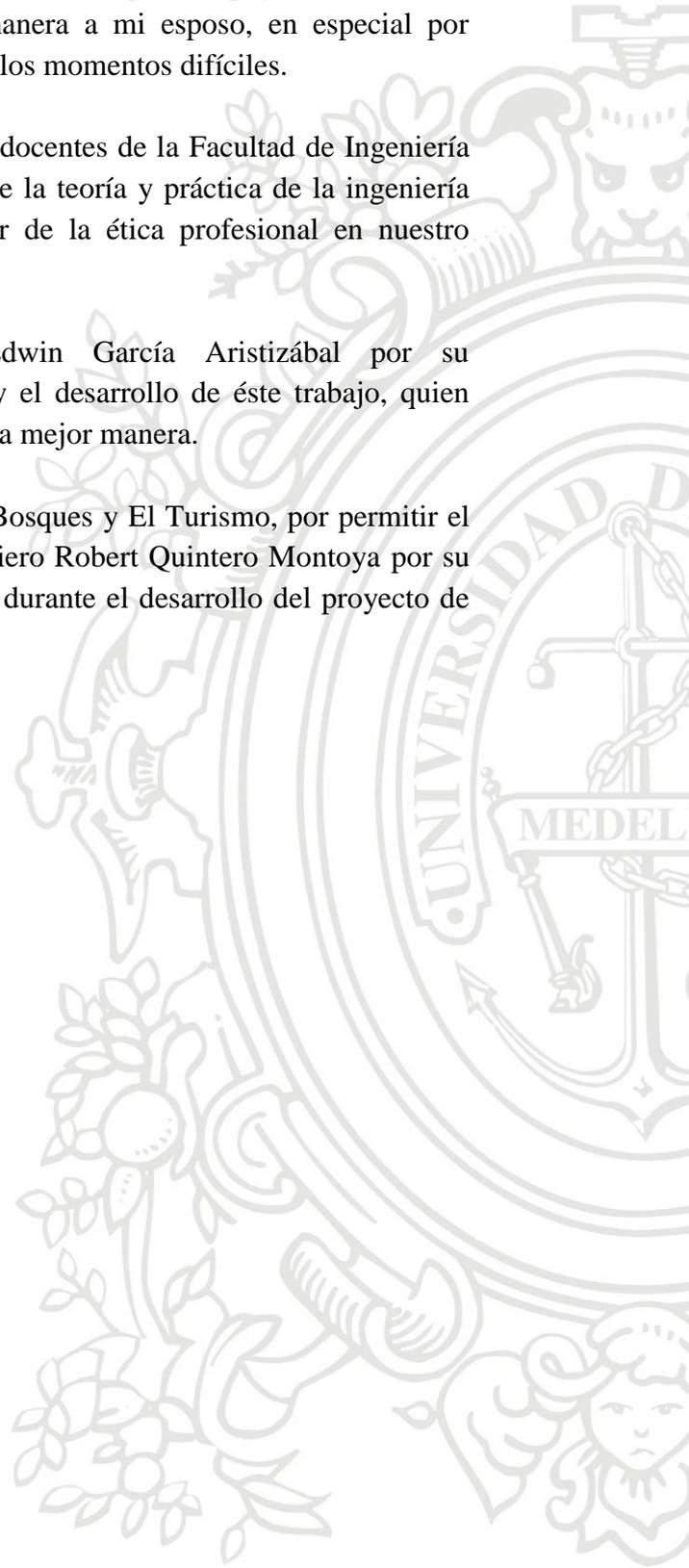
AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional durante mi proceso de formación. De igual manera a mi esposo, en especial por alentarme a seguir el camino en la Universidad en los momentos difíciles.

Agradezco a la Universidad de Antioquia y a los docentes de la Facultad de Ingeniería por aportarme sus valiosas enseñanzas, no sólo de la teoría y práctica de la ingeniería civil, sino sus reiteradas palabras sobre el valor de la ética profesional en nuestro quehacer como ingenieros.

Extiendo mi agradecimiento al profesor Edwin García Aristizábal por su acompañamiento durante la práctica académica y el desarrollo de éste trabajo, quien tuvo total disponibilidad y me orientó siempre de la mejor manera.

Finalmente, agradezco a La Provincia del Agua, Bosques y El Turismo, por permitir el desarrollo de mi práctica en la entidad y al Ingeniero Robert Quintero Montoya por su acompañamiento y retroalimentación permanente durante el desarrollo del proyecto de práctica.

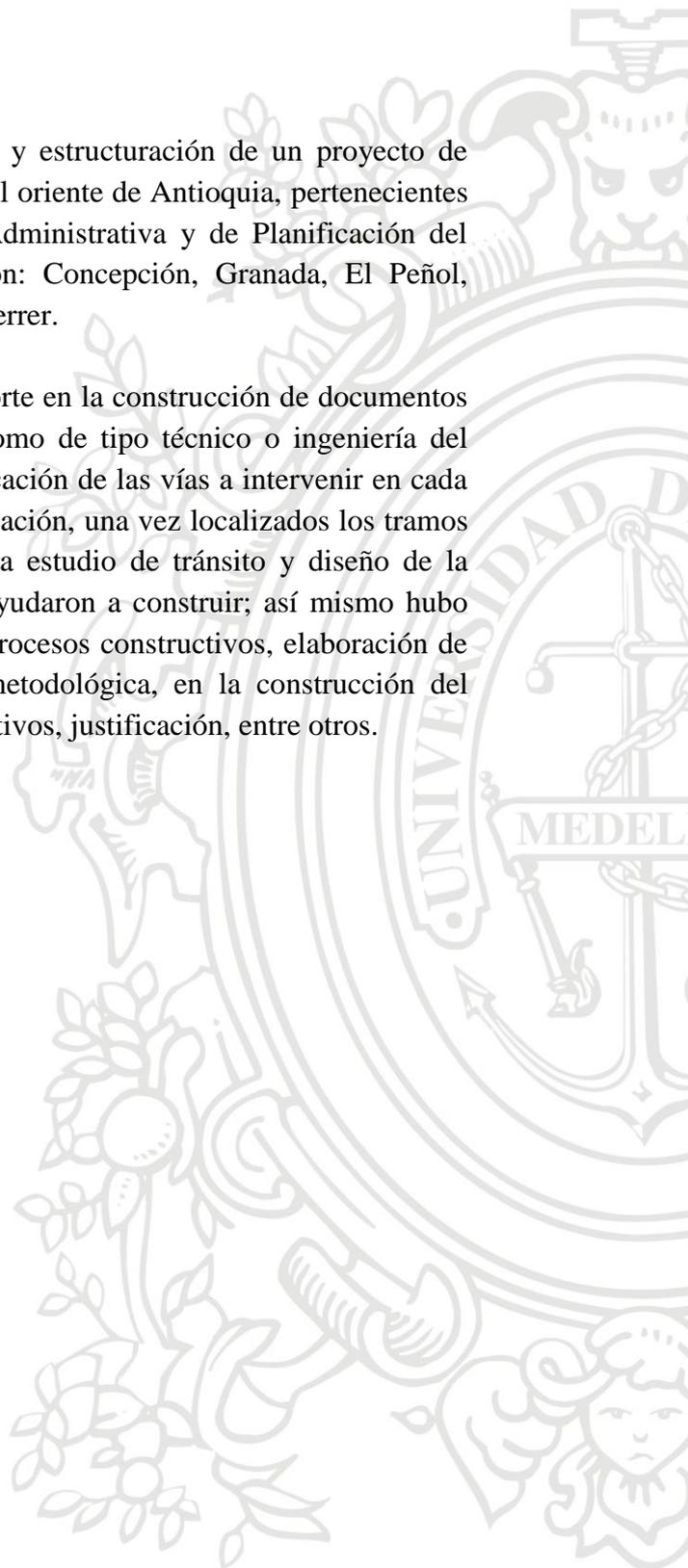


APOYO A LA FORMULACIÓN DE UN PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS URBANAS EN 7 MUNICIPIOS DEL ORIENTE DE ANTIOQUIA

Resumen

En el presente trabajo se abordó la formulación y estructuración de un proyecto de pavimentación de vías urbanas en 7 municipios del oriente de Antioquia, pertenecientes al Esquema Asociativo denominado Provincia Administrativa y de Planificación del Agua, Bosques y El Turismo, los cuales fueron: Concepción, Granada, El Peñol, Marinilla, San Rafael, San Carlos y San Vicente Ferrer.

El apoyo realizado a la entidad consistió en el aporte en la construcción de documentos tanto de tipo metodológico y de formulación, como de tipo técnico o ingeniería del proyecto. De esta forma, se inició con la identificación de las vías a intervenir en cada municipio con el apoyo de las secretarías de planeación, una vez localizados los tramos se procedió a realizar los aforos vehiculares para estudio de tránsito y diseño de la estructura de pavimento, los cuales también se ayudaron a construir; así mismo hubo participación en la elaboración del presupuesto, procesos constructivos, elaboración de mapas para estudios puntuales, y en la parte metodológica, en la construcción del documento técnico que incluye problemática, objetivos, justificación, entre otros.



Contenido

1	Introducción	1
2	Objetivos	1
	2.1. Objetivo general.....	1
	2.2. Objetivos específicos	2
3	Marco Teórico	2
	3.1. Proyectos.....	2
	3.2. Sistema General de Regalías.....	4
4	Metodología	5
5	Resultados y análisis	5
	5.1. Identificación de las vías a Intervenir	5
	5.2. Aportes para la construcción de Metodología General Ajustada – MGA	11
	5.3. Apoyo en elaboración de estudio de tránsito y diseño de estructura de pavimento.....	14
	5.4. Apoyo en la elaboración del documento de procesos constructivos.....	36
	5.5. Apoyo en elaboración de Planes de Manejo de Tránsito	36
	5.6. Apoyo en elaboración de APU y presupuestos	50
	5.7. Apoyo en la elaboración de cartografía para algunos estudios.....	62
6	Conclusiones	65
7	Referencias Bibliográficas	67
8	Anexos.....	67

1 Introducción

Las entidades territoriales y en especial los municipios de Colombia tienen un común denominador: la escasez de recursos propios para invertir en todos los sectores de desarrollo económico y suplir las múltiples necesidades de sus habitantes. Debido a esto, los municipios deben buscar otras fuentes de financiación de sus planes de desarrollo, cobrando gran importancia la formulación de proyectos como una herramienta para hacer alianzas interinstitucionales y gestionar recursos departamentales, nacionales e incluso internacionales.

La Provincia Administrativa y de Planificación del Agua, Bosques y el Turismo, es un esquema asociativo al que pertenecen 12 municipios del Oriente de Antioquia, a través del cual los municipios aúnan esfuerzos para formular y gestionar proyectos de ámbito regional. Una de las necesidades comunes de estos municipios es la dificultad en la movilidad y bajo servicio en las vías urbanas, debido al mal estado de estas, encontrándose intransitables o con restricción de tránsito, considerando el alto deterioro de la superficie de rodadura, drenaje superficial deficiente y construcción sin consideraciones técnicas.

En este sentido, el trabajo que se desarrolla desde La Provincia ABT, es la formulación y presentación de un proyecto de pavimentación en asfalto y concreto hidráulico de vías urbanas en los municipios de El Peñol, Granada, Concepción, Marinilla, San Rafael y San Carlos, pertenecientes a esta Asociación, para ser presentado a los fondos regionales del Sistema General de Regalías, en los que se ha identificado oportunidades de financiación.

Durante el periodo de práctica, se aportó a la entidad tanto en la identificación y estructuración metodológica del proyecto, como en el apoyo en la elaboración de estudios técnicos o ingeniería del proyecto; teniendo en cuenta que desde la Ingeniería Civil se cuenta con la formación para participar en diferentes fases que involucra la formulación de proyectos viales.

2 Objetivos

2.1. Objetivo general

Apoyar la formulación de un proyecto de pavimentación de vías urbanas en los municipios de El Peñol, Granada, Concepción, Marinilla, San Rafael y San Carlos, pertenecientes a la Provincia ABT del Departamento de Antioquia, para ser presentado al Sistema General de Regalías – S.G.R

2.2. Objetivos específicos

- Apoyar en la realización de diagnóstico, identificación formulación y evaluación de proyecto de vías urbanas en 6 municipios, según estructura de la Metodología General Ajustada del Departamento Nacional de Planeación.
- Participar en la elaboración de algunos documentos técnicos requeridos para el proyecto: estudio de tránsito, diseño de estructura de pavimento, presupuestos, APU, procesos constructivos, entre otros.
- Colaborar con la coordinación de los municipios participantes en la solicitud, recolección y procesamiento de información durante la formulación y proceso de viabilización del proyecto.

3 Marco Teórico

3.1. Proyectos

En la literatura se encuentran diversas definiciones de lo que es un proyecto, un acercamiento general a este concepto lo plantea Arboleda (2001), definiéndolo textualmente como: “Un proyecto es el entrecruzamiento de variables financieras, económicas, sociales y ambientales que implica el deseo de suministrar un bien o de ofrecer un servicio, con el objetivo de determinar su contribución potencial al desarrollo de la comunidad a la cual va dirigido y de estructurar un conjunto de actividades interrelacionadas que se ejecutarán bajo una unidad de dirección y mando, con miras a lograr un objetivo determinado, en una fecha definida, mediante la asignación de ciertos recursos humanos y materiales”.

En este sentido, los diferentes procesos de planificación del desarrollo económico y social existentes, involucran como unidad operativa en el proceso a los proyectos, ya que éstos se constituyen como medio para atender necesidades de la población; como mecanismo para la concertación y gestión de recursos; para la coordinación de acciones interinstitucionales en actividades de interés común y como instrumento de control de gestión que permite verificar la eficacia de los planes y programas de desarrollo (Miranda, 2005).

Los proyectos pueden clasificarse en diferentes tipos, según su carácter: financieros o sociales, según la entidad que los ejecuta: públicos, privados o mixtos, de acuerdo con el sector económico al que se dirigen: transporte, agrícola, turismo, etc., o según su objetivo: de producción, de investigación, de servicios, entre otras clasificaciones.

El proyecto tiene un ciclo básico compuesto de las etapas presentadas en la Figura 1:

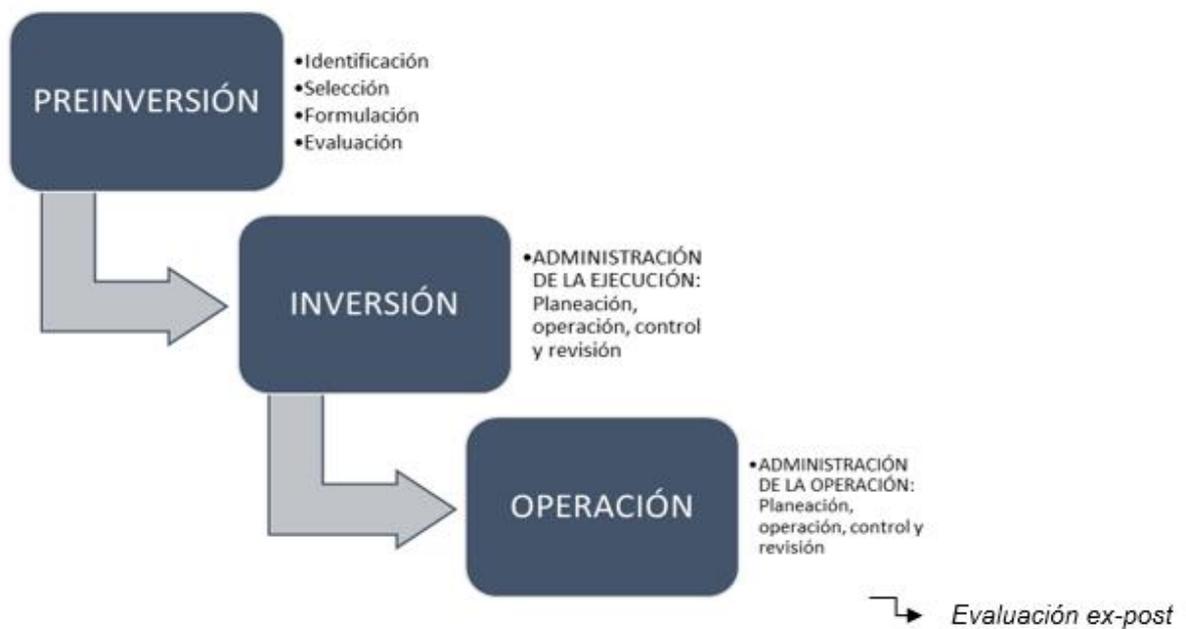


Figura 1. Ciclo del proyecto
Fuente: Miranda, 2005

La fase de pre-inversión o formulación corresponde a todos los estudios que se precisa adelantar antes de tomar la decisión de canalizar recursos hacia algún objetivo particular; esta fase incluye los procesos de identificación (problema – alternativas de solución), selección de alternativa, formulación y evaluación del proyecto.

La inversión o ejecución es una etapa de movilización de recursos tanto humanos, como financieros y físicos, con el propósito de garantizar los medios idóneos para el cumplimiento posterior del objetivo social de la empresa. Se trata de un proceso de transformación que utiliza diversos insumos para entregar un producto final.

La etapa de operación corresponde a una actividad permanente y rutinaria encaminada a la producción de un bien o a la prestación de un servicio; es la etapa en la cual se cumple el objetivo social de la empresa.

La evaluación ex-post es el análisis del proyecto en operación con el fin de contrastar si los planteamientos y expectativas resultantes del estudio de pre-inversión se dieron en la ejecución, con el fin de verificar la bondad de los instrumentos de captura, procesamiento y análisis de la información y los mecanismos de decisión utilizados (Miranda, 2005).

A continuación, en la Tabla 1, se presentan los aspectos fundamentales que se deben considerar en la etapa de formulación de un proyecto y su equivalente en proyectos viales y de transporte.

Tabla 1. Componentes proyectos en general y proyectos viales

N°	ASPECTO	OBJETIVO	RESULTADOS ESPERADOS	DENOMINACIONES EN PROYECTOS VIALES Y DE TRANSPORTE
1	Estudio de mercado	Estimar la cuantía de los bienes o servicios	Conocer en detalle: -El producto -La demanda -La oferta -El precio -Los canales de distribución La publicidad	-Estudio de transporte -Estudio de tránsito
2	Tamaño del proyecto	Se deben dimensionar los espacios físicos y seleccionar la tecnología	-Cuadro de áreas requeridas -Descripción de equipos y capacidades	-Dimensionamiento de la infraestructura -Análisis de capacidad y niveles de servicio -Selección de la tecnología
3	Localización	Buscar el emplazamiento más conveniente para desarrollar el proyecto	-Macrolocalización-análisis regional -Microlocalización-emplazamiento definitivo	Análisis y selección de rutas de conexión
4	Ingeniería del proyecto	Análisis de los aspectos técnicos propios del proyecto	-Diseño detallado de procedimiento -Diseño de obras -Otros diseños	-Ingeniería vial -Geología -Geotecnia -Hidrología -Diseño geométrico - Pavimento -Estructuras viales
5	Organización	Establecer el tipo de organización que requiere el proyecto a lo largo de las diferentes etapas	-Definir el tipo de sociedad más conveniente -Establecer estructura administrativa	-Organización del proyecto -Administración del mantenimiento vial
6	Programa de ejecución	Proponer el plan de trabajo, expresado en el cronograma detallado	-Red de actividades -Ruta crítica y holguras -Cronograma	-Programación de obras
7	Inversiones en el proyecto	Cuantificar el valor de las inversiones requeridas en el proyecto	Cuadro de costos de inversiones	Presupuesto de Obra a precios financieros y económicos.
8	Costos de operación y financiación	Establecer una estructura de costos y cuantificarla para cada año de operación	Cuadro de costos de operación y financiación	Costos de mantenimiento vial
9	Financiación del proyecto	Establecer las fuentes reales de financiación del proyecto y sus aportantes	Cronograma de aportes y/o desembolso de préstamos	-Estudio de financiación -Gestión vial -Cargo a usuarios
10	Evaluación	Establecer la conveniencia de ejecutar el proyecto	Indicadores de evaluación	Evaluación del proyecto

3.2. Sistema General de Regalías

La reforma del Sistema General de Regalías – S.G.R, realizada mediante el Acto Legislativo 05 de 2011, y reglamentada con la Ley 1530 de 2012 (Congreso República de Colombia, 2012), permitió a los municipios sin explotación de recursos naturales no renovables, antes no beneficiados de estas regalías, acceder a recursos importantes para la ejecución de proyectos territoriales. Una fuente importante de financiación de proyectos de transporte en el ámbito local es el S.G.R. a través de los diferentes fondos que administra el Sistema: Fondo de Compensación Regional, Fondo de Desarrollo Regional y Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación – 41,3% de los recursos de

inversión del S.G.R se han destinado al sector transporte (DNP, 2020). El acceso a estos recursos se hace mediante la presentación de proyectos ante Órganos Colegiados de Administración y Decisión de nivel local, regional y nacional y de conformidad a los requisitos para la presentación de proyectos establecidos en el Acuerdo 45 y otros de la Comisión Rectora del S.G.R.

4 Metodología

El trabajo se llevó a cabo mediante actividades presenciales, de campo y virtuales coordinadas por el equipo formulador de proyectos en la Provincia ABT, entidad que integra a los municipios beneficiados del proyecto.

La Provincia ABT contrató la realización de algunos estudios de pre-inversión como la topografía de las vías, estudio geotécnico e hidráulico, los cuales fueron el insumo base para la formulación del proyecto. Otros estudios de la ingeniería del proyecto se realizaron por el equipo formulador.

Semanalmente se programó una jornada de trabajo donde se asignaron actividades específicas para el desarrollo del proyecto durante la semana, las cuales se revisaron y retroalimentaron en la siguiente jornada. Dado que se requirió trabajo de campo, la entidad suministró el transporte a los diferentes municipios.

5 Resultados y análisis

A continuación, se describirán los procesos en los cuales se apoyó a la Provincia ABT en la formulación del proyecto de infraestructura vial urbana:

5.1. Identificación de las vías a Intervenir

Cuando se inició el proceso de la práctica académica en la Provincia del Agua, Bosques y El Turismo, la entidad se encontraba en etapa de alistamiento para iniciar la formulación del proyecto de pavimentación de vías urbanas en algunos municipios del Oriente de Antioquia pertenecientes a la Provincia, por lo cual la primera actividad fue hacer la identificación de las vías a intervenir, para ello se concertaron reuniones y visitas de campo con los alcaldes y secretarios de planeación de los municipios de El Peñol, Concepción, Alejandría, San Vicente, San Rafael, Marinilla, Granada y San Carlos.

Los criterios que se tuvieron en cuenta para seleccionar el tramo vial en cada municipio, fueron que se encontrara priorizada dentro de los planes de desarrollo, su grado de deterioro, el impacto de la intervención y que además el municipio o la empresa de

servicios públicos municipales pudiera certificar para la vía, que contaba con redes de acueducto y alcantarillado en buen estado y por tanto no requería intervención en el mediano y largo plazo, dado que el proyecto no contemplaba la reposición de estas redes. De los 8 municipios, sólo Alejandría no cumplió con los requerimientos y se descartó su participación en el proyecto.

En la Tabla 2, se muestran las vías seleccionadas:

Tabla 2. Componentes proyectos en general y proyectos viales

Municipio	Tramo de vía	Localización (Coordendas WGS84)	Longitud (m)	Ancho (m)
Granada	Carrera 21B entre Calle 24 y CR 21	6.143243N 75.185324O	120	5,5
	Calle 20 entre Carreras 23 - 23	6.142958N 75.184870O	40	4,5
Marinilla	Calle 12 N°45-46 (Vía Colegio Corazonistas)	6.169164N 75.349596 O	407	6
El Peñol	Transversal 1 entre Carrera 23 y Carrera 25	6.218942N 75.246658O	180	6
San Rafael	Carrera 26	6.292514N 75,027387O	250	7
Concepción	Calle 18 Ricaurte entre Carrera 18 y Carrera 19	6.383370N 75.259315O	110	6
	Carrera 18 Avenida Tulio Ospina	6.392769N 75.259779O	50	6
San Vicente	Calle 26A Barrio Los Remansos	6.277217N 75,335688O	250	6
San Carlos	Calle 23 – Barrio	6.188306N 74.997814O	370	6

En las Figuras 2 a 8 se presentan las localizaciones en planta de las vías a intervenir para cada municipio.

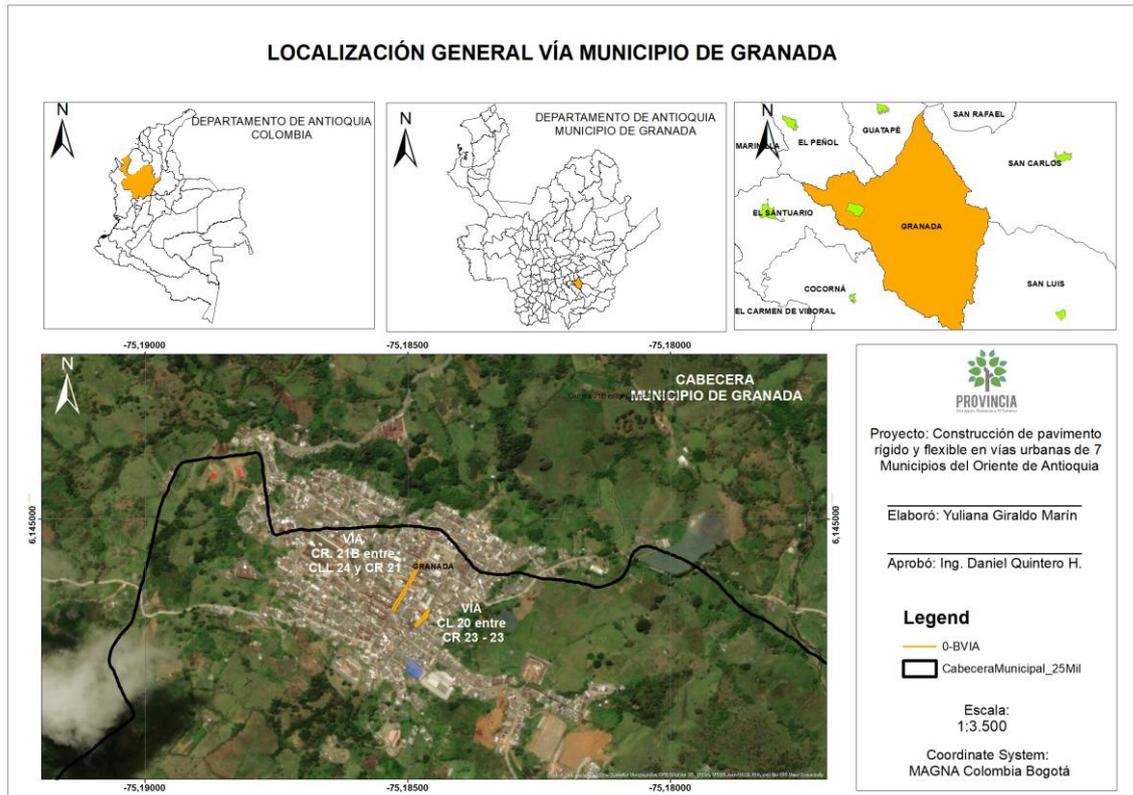


Figura 2. Plano de localización de la vía en el municipio de Granada
Fuente: elaboración propia

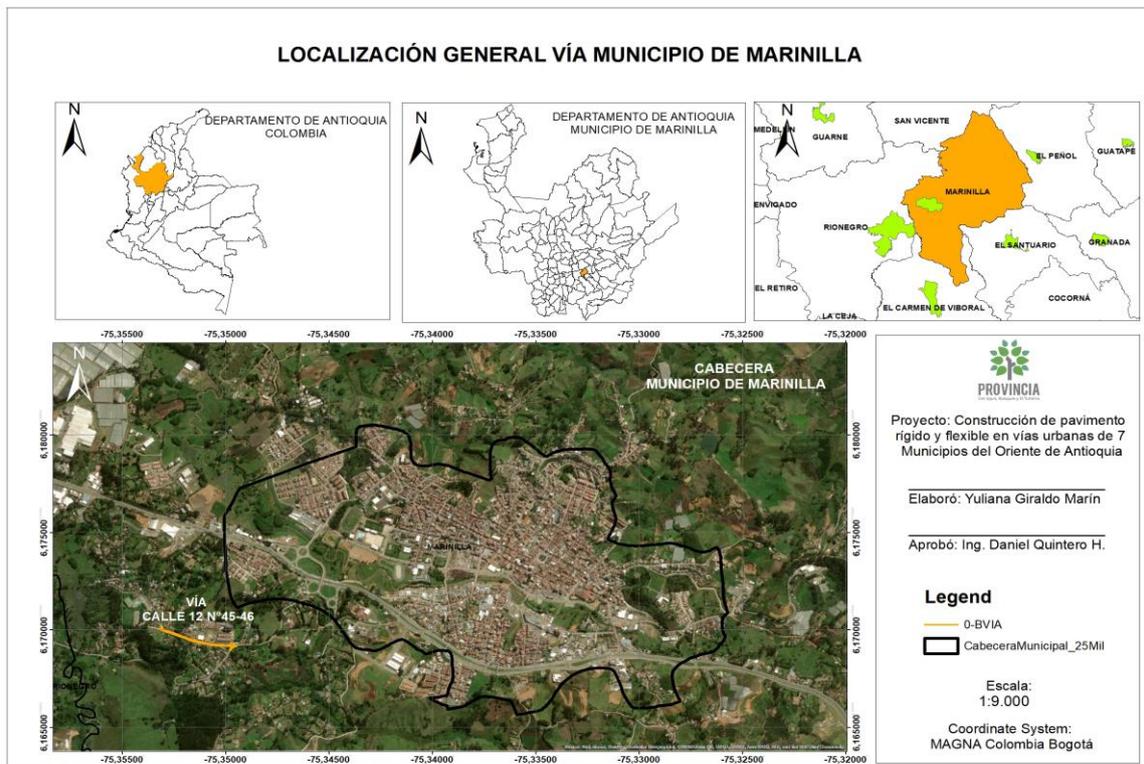


Figura 3. Plano de localización de la vía en el municipio de Marinilla
Fuente: elaboración propia

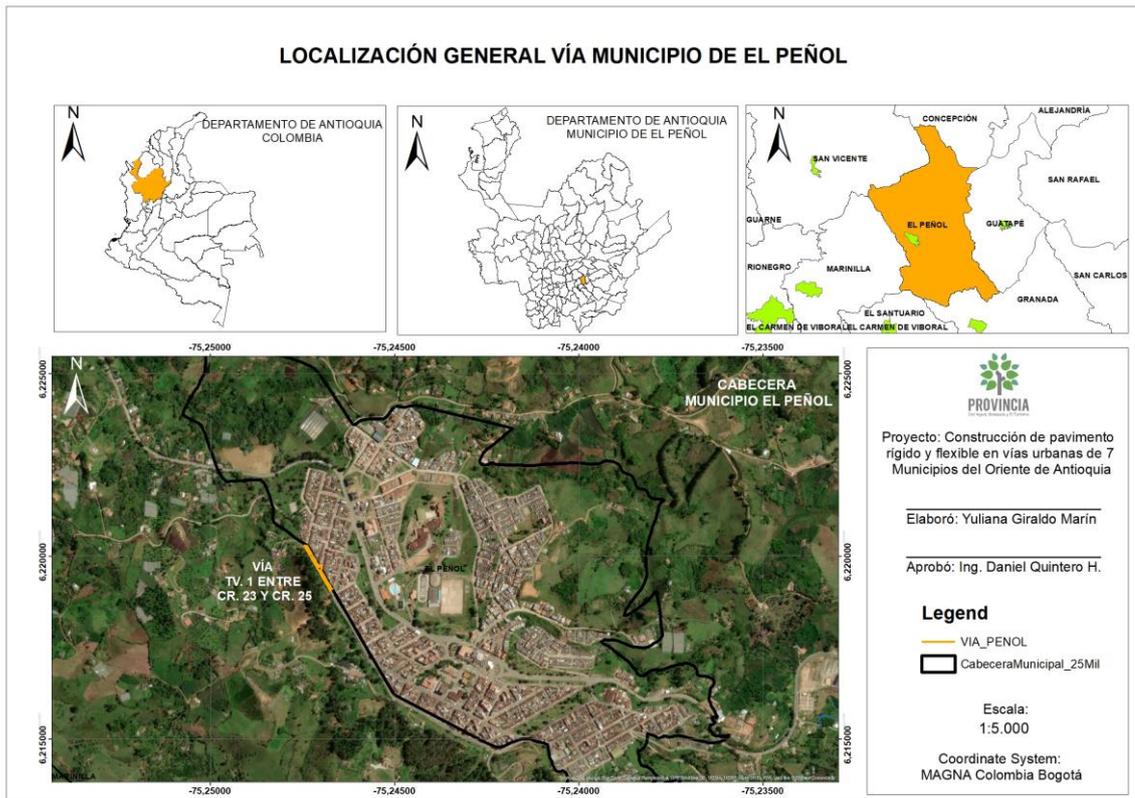


Figura 4. Plano de localización de la vía en el municipio de El Peñol
Fuente: elaboración propia

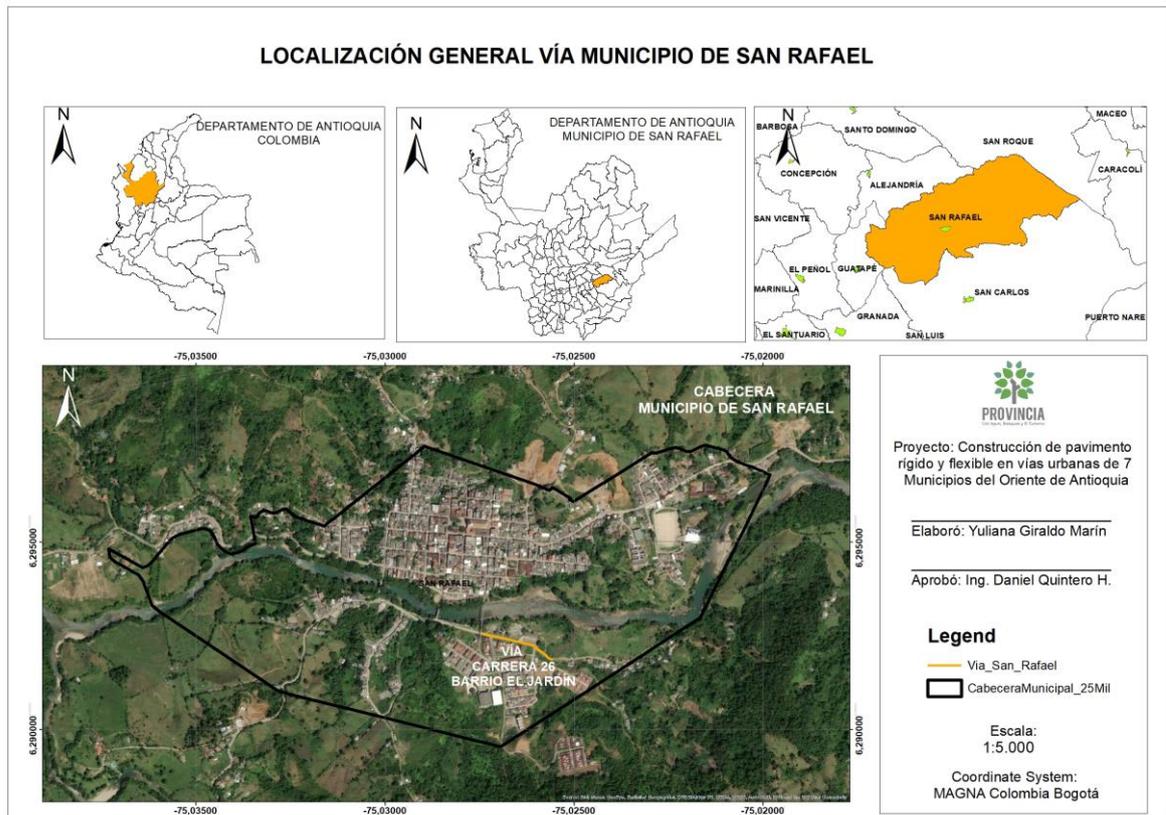


Figura 5. Plano de localización de la vía en el municipio de San Rafael
Fuente: elaboración propia

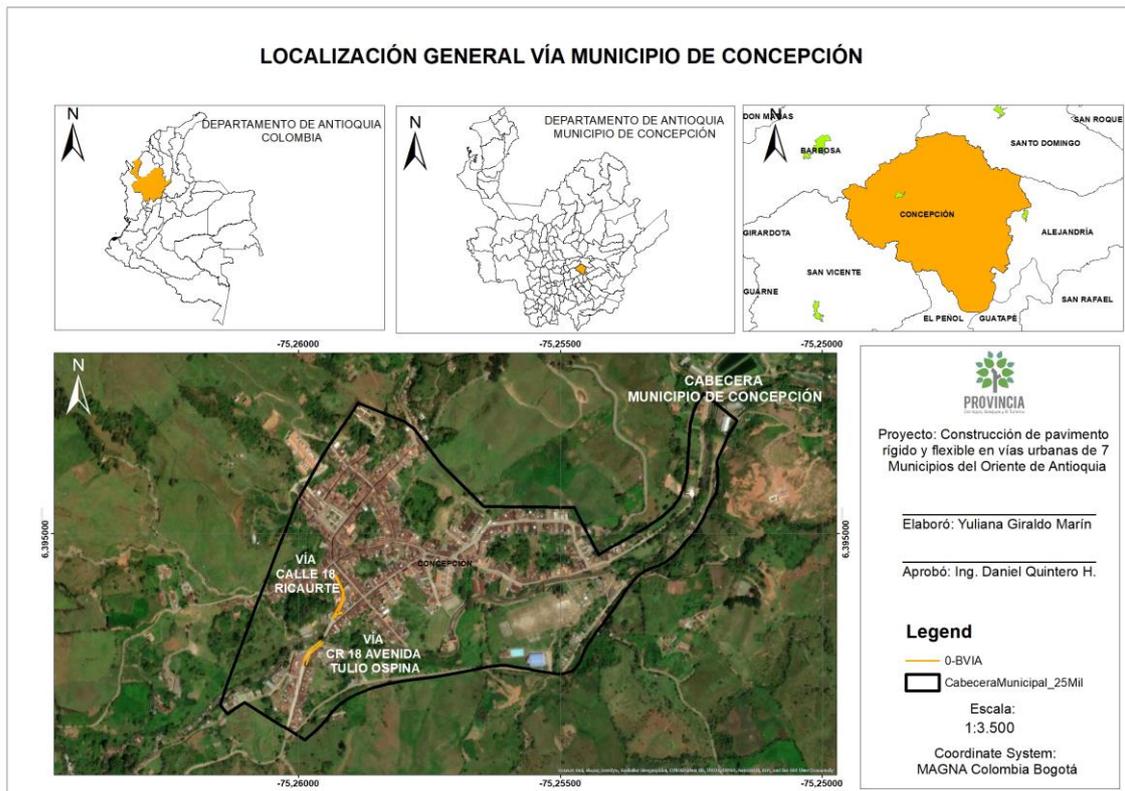


Figura 6. Plano de localización de la vía en el municipio de Concepción
Fuente: elaboración propia

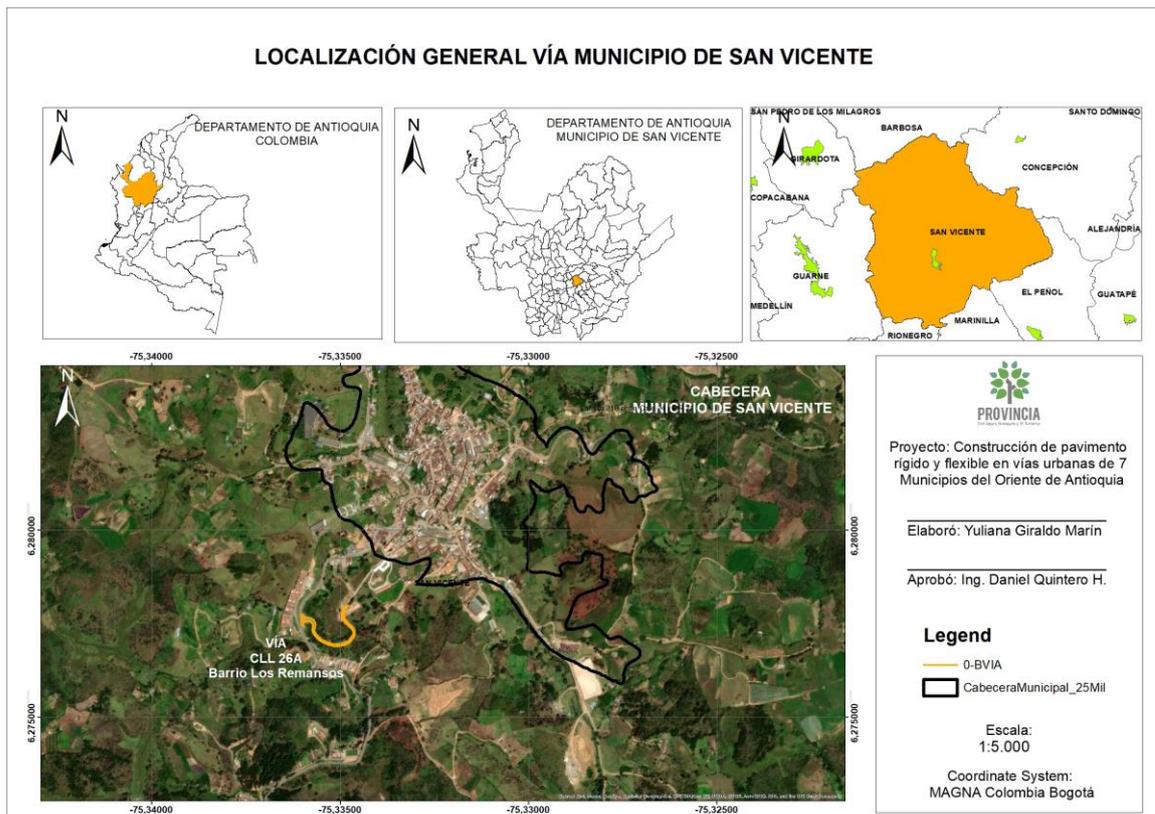


Figura 7. Plano de localización de la vía en el municipio de San Vicente Ferrer
Fuente: elaboración propia

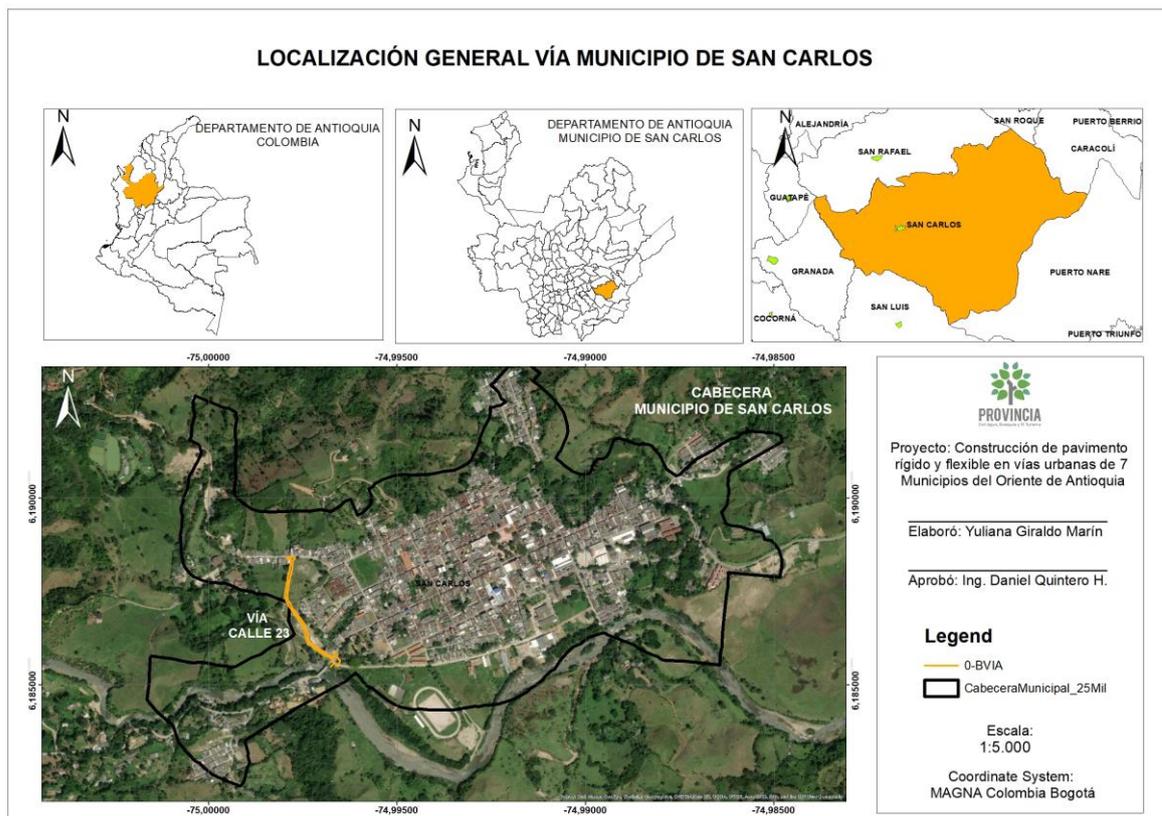


Figura 8. Plano de localización de la vía en el municipio de San Carlos
Fuente: elaboración propia

En la Figura 9, a modo de ejemplo se presenta uno de los certificados que fueron enviados por los municipios en el proceso de identificación de las vías en relación a las redes de acueducto y alcantarillado. Una vez se contó con esta información consolidada de los municipios, La Provincia ABT inició procesos de contratación de la topografía y estudio de suelos para el proyecto.

En el Anexo 1, se presentan los planos de vías identificadas que fueron elaborados.



Figura 9. Certificación redes de acueducto y alcantarillado

5.2. Aportes para la construcción de Metodología General Ajustada – MGA

La Metodología General Ajustada es una herramienta informática de acceso vía internet (MGA WEB) que ayuda de forma esquemática y modular en los procesos de identificación, preparación, evaluación y programación de los Proyectos de Inversión pública, por lo tanto, el proyecto para el SGR debe formularse en esta metodología que se basa en el Marco Lógico. Se aportó en la descripción de algunos campos de la MGA como la problemática, árbol de problemas, árbol de objetivos, beneficiarios, articulación con planes de desarrollo nacional, departamental y municipales, diagnóstico visual del estado de las vías, análisis de participantes y descripción de alternativas.

En la Figura 10 se presenta la estructura básica de la MGA, además el árbol de problemas y de objetivos en las Figuras 11 y 12, respectivamente; que corresponden a la estructura general que se desea impactar con el proyecto.

En el Anexo 2 se presenta el documento que resume la información de la MGA.

El futuro es de todos | DNP Departamento Nacional de Planeación | Identificación | Preparación | Evaluación | Programación | Presentar y transferir | YEISON VA... Formulador ciudadano

CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS DE 7 MUNICIPIOS DEL ORIENTE DE ANTIOQUIA

* Campos requeridos

- Plan de desarrollo
- Problemática
- Participantes
- Población
- Objetivos
- Alternativas

Contribución a la política pública

- ✓ 01 - Contribución al Plan Nacional de Desarrollo
- ✓ 02 - Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial / Plan de Vida
- ✓ 03 - Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

* Campos requeridos

Documentos de soporte | Ver comentarios | Imprimir | Generar XML | Guardar

Figura 10. Interfaz MGA Web del Departamento Nacional de Planeación

A continuación, se presenta a modo de ejemplo el árbol de problemas y objetivos del proyecto:

Árbol de problemas:

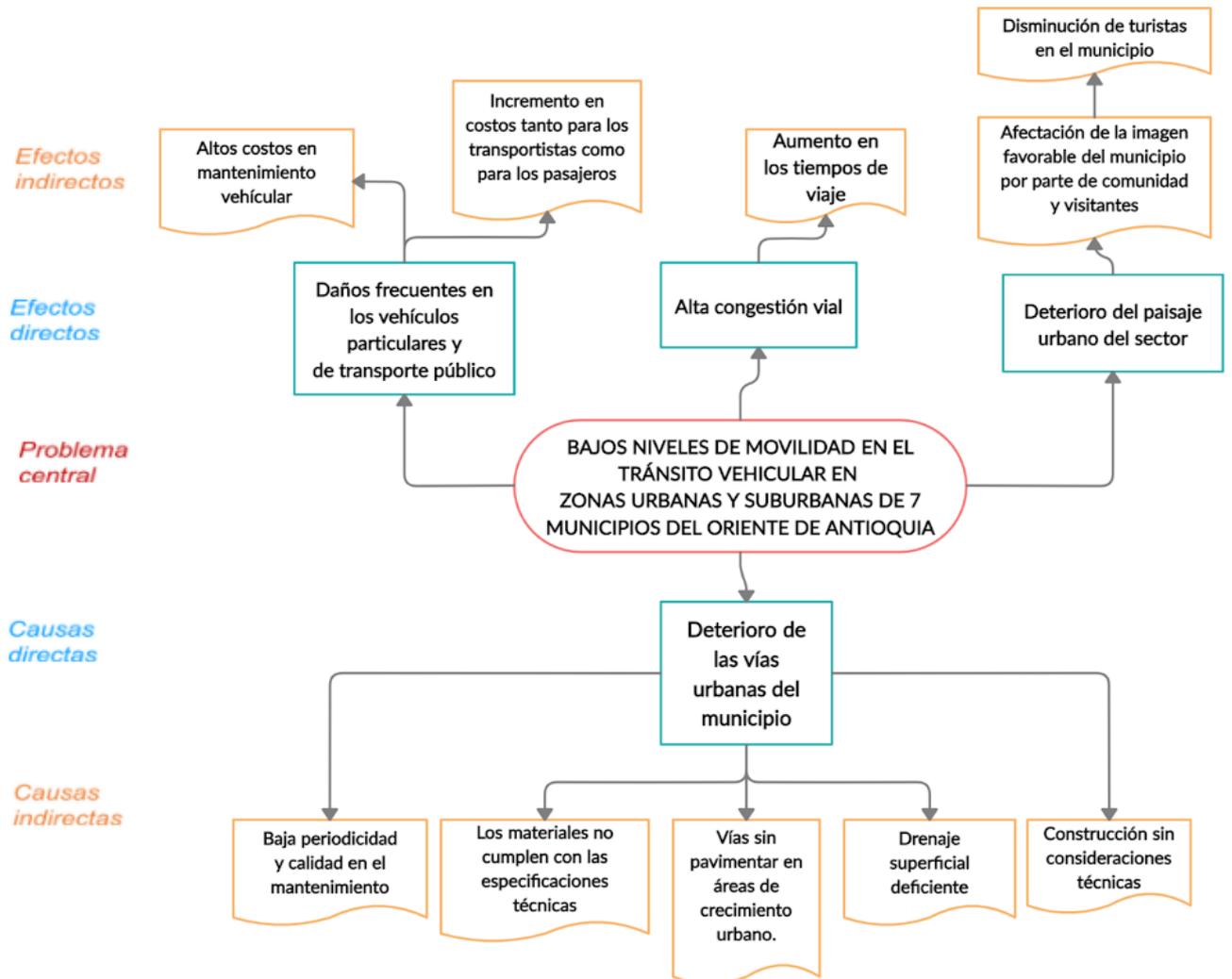


Figura 11. Árbol de problemas del proyecto

Árbol de objetivos:

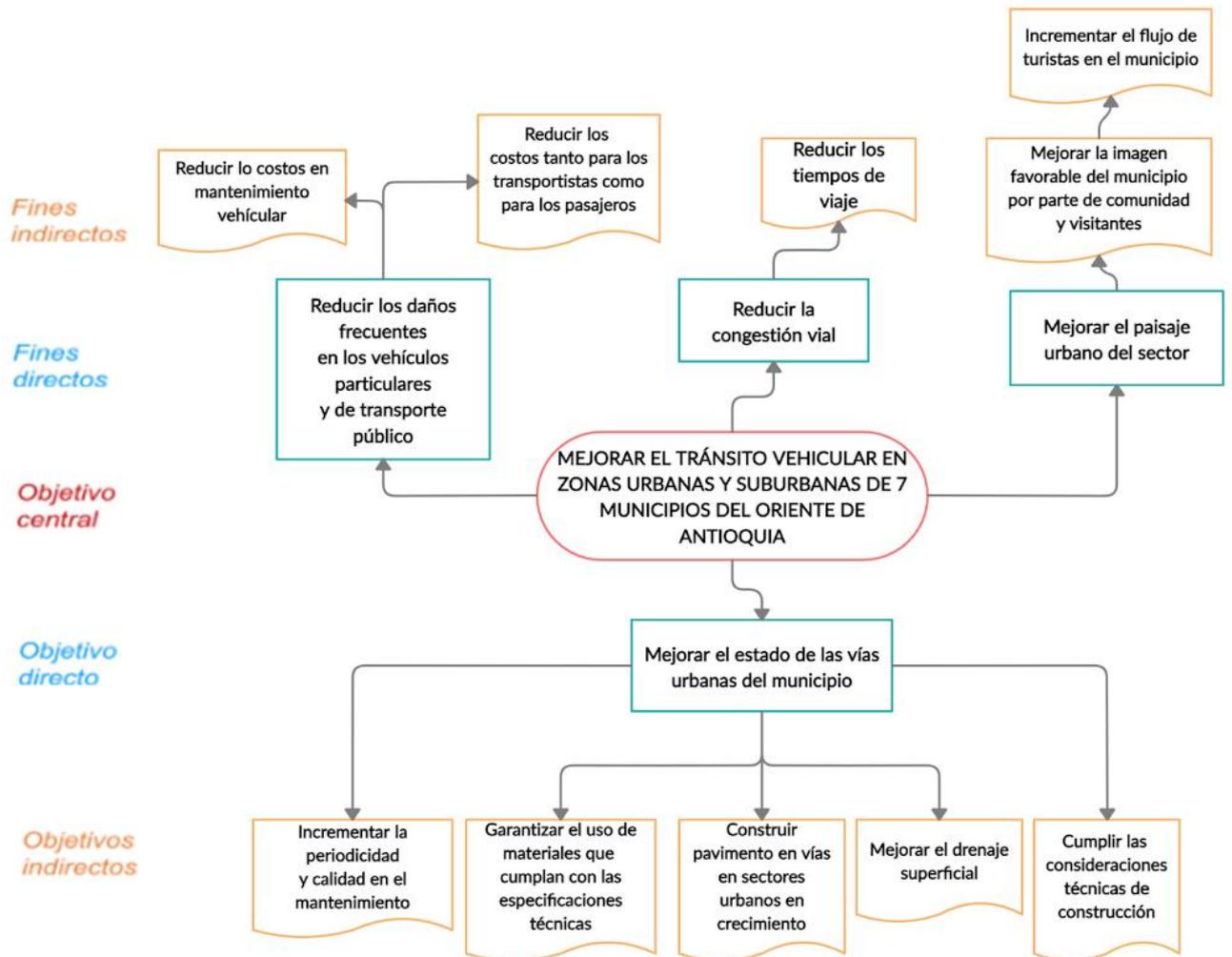


Figura 12. Árbol de objetivos del proyecto

5.3. Apoyo en elaboración de estudio de tránsito y diseño de estructura de pavimento

Uno de los procesos que más se apoyó fue el estudio de tránsito, ya que realizaron aforos vehiculares en la mayoría de los municipios, según las indicaciones del profesional responsable, con el fin de determinar el número de ejes equivalentes para el periodo de diseño de las vías.

Para cada tramo de vía se contabilizaron vehículos según su categoría (autos, buses o camiones) en un día típico de la semana (lunes a viernes) y el sábado y el domingo.

Fue interesante el manejo del estudio en la situación de anomalía generada por el Covid-19, por lo cual se consultó previamente con las comunidades aledañas a las vías

las diferencia en cuanto al tránsito en tiempos de no Covid, encontrándose variaciones positivas en municipios como El Peñol, San Rafael y San Carlos, donde por épocas de pandemia se incrementó el tránsito en fines de semana, mientras que en Marinilla al estar la vía en zona cercana a un colegio si se disminuyó por lo que fue necesario consultar todas las rutas de buses que cubrían el colegio y su frecuencia de circulación por la vía.

En el Anexo 3 se presentan los estudios de tránsito y diseños de estructura de pavimento de los municipios, a modo de ejemplo se presenta a continuación el estudio en la vía del Municipio de Concepción:

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

**ESTUDIO DE TRÁNSITO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO
MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN
CARRERA 18**

**ENTIDAD:
LA PROVINCIA ADMINISTRATIVA Y DE PLANIFICACIÓN DEL AGUA, BOSQUES Y EL TURISMO
DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

**INGENIERO:
DANIEL QUINTERO HINCAPIÉ**

NOVIEMBRE DE 2020

CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE TABLAS.....	16
INTRODUCCIÓN.....	17
OBJETIVOS.....	17
OBJETIVO GENERAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1. LOCALIZACIÓN.....	17
2. ESTUDIO DE TRÁNSITO.....	18
2.1. DEFINICIONES.....	18
2.2. Metodología.....	19
2.3. Parámetros de diseño.....	19

2.3.1.	Tránsito Promedio Diario semanal – TPDs	19
2.3.2.	Composición de vehículos comerciales.....	21
2.3.3.	Período de diseño (N)	21
2.3.4.	Tasa de crecimiento anual	22
2.3.5.	Factor direccional (Fd).....	22
2.3.6.	Factor de daño por tipo de vehículo	22
2.3.7.	Nivel de confianza en la proyección del tránsito.....	23
2.4.	Cálculo del número de ejes equivalentes de 80 kN en el año base	23
2.5.	Cálculo del número de ejes equivalentes de 80 kN en el período de diseño y con el nivel de confianza establecido	24
3.	DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	25
3.1.	Elementos que integran la estructura de pavimento	25
3.2.	Metodología de diseño.....	26
3.3.	Parámetros de diseño.....	26
3.3.1.	Tránsito, cargas y repeticiones.....	26
3.3.2.	Módulo de reacción de la subrasante (o CBR)	29
3.3.3.	Módulo de rotura del pavimento.....	30
3.3.4.	Factor de seguridad.....	30
3.4.	Diseño.....	31
3.4.1.	Estimación del espesor de la losa de concreto y subbase granular	31
3.4.2.	Dimensiones de la losa de concreto.....	31
3.4.3.	Sistema de transferencia de carga	32
3.4.4.	Modelo estructural de la losa de concreto y detalles constructivos	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Volumen de vehículos por categoría.....	21
Tabla 2	Composición de vehículos comerciales	21
Tabla 3	Tasa de crecimiento anual.....	22
Tabla 4	Factor direccional (Fd)	22
Tabla 5	Factor de daño por tipo de vehículo.....	23
Tabla 6	Nivel de confianza en la proyección del tránsito	23
Tabla 7	Cálculo de número de ejes equivalentes de 80 kN en el año base.....	24
Tabla 8	Valores del parámetro Z_r (suponiendo una distribución estándar).....	25
Tabla 9	Número de vehículos comerciales diarios en el carril de diseño.....	27
Tabla 10	Distribución de los vehículos comerciales por día/carril de diseño y por cada 1000 vehículos comerciales.....	28
Tabla 11	Configuración de la carga por eje en Toneladas y kN.....	28
Tabla 12	Configuración de la carga por eje en Toneladas y kN.....	29
Tabla 13	Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia	30
Tabla 14	Resistencia que debe alcanzar el concreto.....	30
Tabla 15	Factor de seguridad de carga de diseño.....	30
Tabla 16	Cálculo de PCA.....	31
Tabla 17	Espesor del pavimento.....	32
Tabla 18	Dovelas	32
Tabla 19	Recomendaciones para las barras de anclaje	33
Tabla 20	Especificaciones de las barras de anclaje	33

INTRODUCCIÓN

La Provincia Administrativa y de Planificación del Agua, Bosques y El Turismo del Departamento de Antioquia, en el marco de su competencia como entidad pública que dentro de sus funciones gestiona y ejecuta obras de ámbito regional, realiza el estudio de tránsito y el diseño de la estructura de pavimento para cada uno de los tramos viales del Proyecto de Construcción de pavimento rígido y flexible en vías urbanas de siete (07) municipios del Oriente de Antioquia.

En presente documento se reportan los resultados del estudio de tránsito realizado en la vía a intervenir en el Municipio de Concepción, consistentes en los aforos realizados en una semana para la determinación de la composición del tránsito que circula por la vía, el cálculo del Tránsito Promedio Diario Semanal – TPDs actual y la metodología para la proyección del Número de ejes equivalentes de 80kN en un periodo de diseño de 20 años.

Adicionalmente, con los resultados del tránsito y otras variables suministradas por el estudio de suelos, se procedió a realizar el diseño de la estructura de pavimento rígido, según el método de la Portland Cement Association y el manual de diseño de pavimentos en concreto de bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del Instituto Nacional de Vías - INVIAS

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar el estudio de tránsito y el diseño del pavimento para un tramo de vía de 180m: en la Carrera 18 y Calle 18 del municipio de Concepción, Antioquia.

Objetivos específicos

- Medir volumen del tránsito y composición vehicular del tramo objeto de estudio
- Calcular el Tránsito Promedio Diario Semanal TPDs para el tramo vial
- Calcular el número de ejes equivalentes de 80KN para el año base
- Proyectar el tránsito para el periodo de diseño
- Determinar los espesores de las capas de pavimento que soporten las cargas proyectadas en el periodo de diseño (estructura de pavimento).
- Establecer las especificaciones del acero requerido para la transferencia de carga del pavimento

1. LOCALIZACIÓN

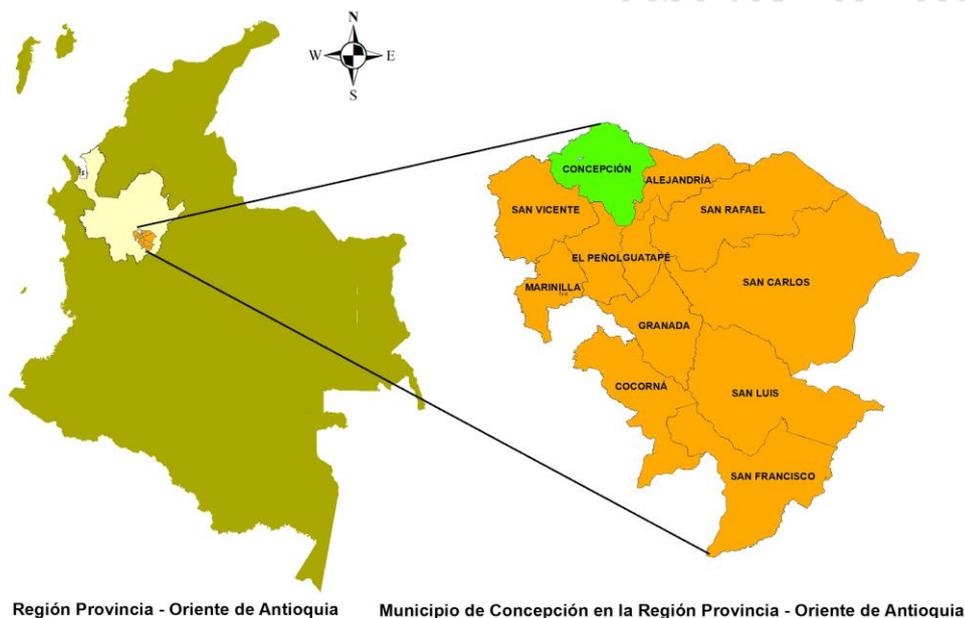


Ilustración 1 Ubicación Municipio de Concepción, Antioquia

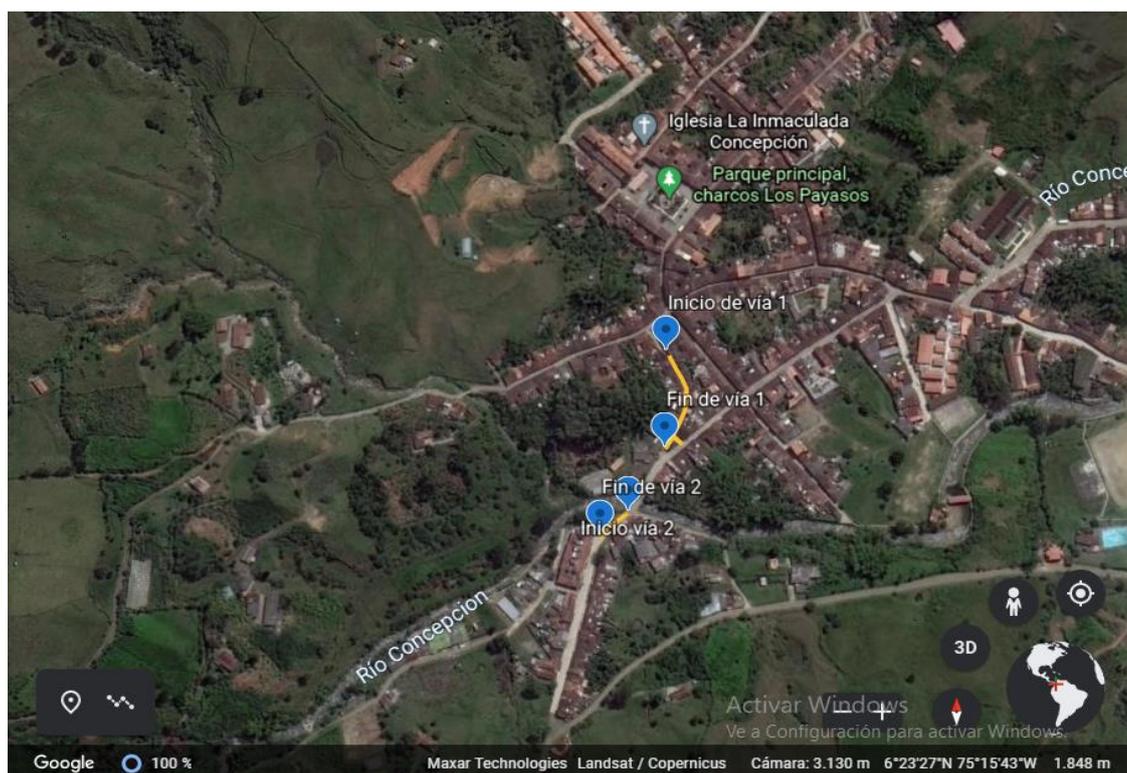


Ilustración 2 Ubicación vía a intervenir Municipio de Concepción, Antioquia

2. ESTUDIO DE TRÁNSITO

2.1. DEFINICIONES

Eje sencillo: es un eje en cuyos extremos tiene una o dos ruedas sencillas

Eje tándem: es aquel constituido por dos ejes sencillos con rueda doble en los extremos

Eje tridem: es aquel constituido por tres ejes sencillos con rueda doble en los extremos

Vehículos livianos: son aquellos que no generan un daño importante a la estructura de pavimento, tales como automóviles, camionetas, camperos.

Vehículos comerciales: En esta categoría se incluyen los buses y camiones de todo tipo de ejes.

Tránsito Promedio Diario: Es el volumen total durante un período de tiempo (en días enteros), superior a un día y menor a un año, dividido entre el número de días en ese período de tiempo. Los parámetros del conteo de volumen vehicular comúnmente hacen referencia a elementos necesarios para el análisis estadístico de carreteras.

Número de ejes equivalentes: Un concepto desarrollado a partir de la información recolectada en el Ensayo Vial AASHO fue el de factor de equivalencia, que determina el correspondiente daño proporcionado al pavimento a partir de la relación que existe entre el peso que ejerce el eje con una carga cualquiera y el eje patrón.

Los ejes equivalentes se los denominara, es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, utilizamos esta carga equivalente por efectos de cálculo ya que el tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes.

Periodo de diseño: Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable. Generalmente el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o recrecimiento.

Tránsito normal: Producido en la zona de influencia del proyecto.

Tránsito atraído: Hará uso del proyecto. Determinado a través de encuestas de usuarios y modelos de selección de rutas.

Tránsito generado: Originado por el proyecto por efectos del desarrollo del área de influencia. Determinado a través del análisis socioeconómico.

Volumen de tránsito: Es el número de vehículos que circulan en ambas direcciones en una sección de vía durante un periodo específico de tiempo (horario, diario, semanal, etc)

Vehículos comerciales: Corresponde a los buses y camiones en todas sus categorías; son los vehículos pesados que hacen mayor daño a la estructura de pavimento.

Vehículos livianos: Corresponde a los automóviles y vehículos bajo peso, que tienen un Factor de daño nulo en la estructura de pavimento.

2.2. Metodología

Para la elaboración del estudio se tomó como guía el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Dado que para la zona no se cuenta con series históricas de tránsito, se realizó el conteo manual de vehículos para la vía en un día típico de la semana (lunes a viernes) y para los días sábado y domingo, el conteo se realizó la semana del 09 al 15 de noviembre de 2020 desde las 6:00 am hasta 10:00 pm, horario en el cual se presenta tránsito de vehículos en la zona. Con esta información se determinó el TPDs y la composición del tránsito, es decir la proporción de cada categoría de vehículos: autos, buses y camiones.

Con la información anterior y siguiendo la metodología del INVÍAS se determinó el número de ejes equivalentes de 80 kN que se proyecta pasarán por la vía en un periodo de diseño de 20 años con un nivel de confiabilidad del 80% y teniendo en cuenta factores de daño, factor carril, tránsito atraído y otras variables que afectan dicho parámetro.

2.3. Parámetros de diseño de losa

2.3.1. Tránsito Promedio Diario semanal – TPDs

El TPDs representa el promedio de todos los volúmenes vehiculares diarios en una semana en la vía. De acuerdo con la metodología seguida en el presente estudio, el TPDs para la vía del municipio de Concepción, está definido por:

$$TPDs = \sum \frac{5 * VOL_{\text{día típico}} + VOL_{\text{sábado}} + VOL_{\text{domingo}}}{7}$$

Para la determinación del volumen vehicular se contaron de forma manual los vehículos en la vía según las siguientes categorías:

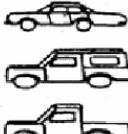
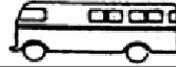
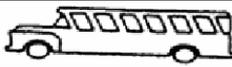
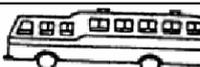
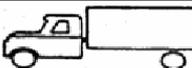
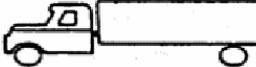
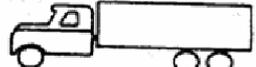
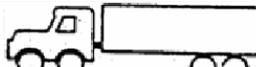
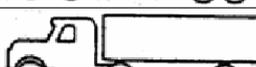
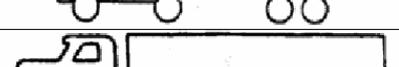
TIPO DE VEHÍCULO		ESQUEMA
AUTOS		
BUSES	BUSETA	
	BUS	
	BUS METROPOLITANO	
C2-P	CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑOS	
C2-G	CAMIÓN DE DOS EJES GRANDES	
C3 Y C4	CAMIÓN C3	
	CAMIÓN C4	
	TRACTOR-CAMIÓN C2-S1	
	TRACTOR-CAMIÓN C2-S2	
	TRACTOR CAMIÓN C3-S1	
C5	TRACTOR CAMIÓN C3-S2	
> C5	TRACTOR CAMIÓN C3-S3	

Ilustración 3 Esquema de clasificación de vehículos

En la siguiente tabla se presenta el resumen del aforo vehicular en la vía, los volúmenes parciales por día, la composición vehicular del tramo vial y el respectivo TPDs

DIA	VOLÚMEN DE VEHÍCULOS POR CATEGORÍA							TOTAL S
	Autos (A)	Buses (B)	Camiones					
			C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	
Día típico (Lunes Martes Miércoles Jueves Viernes)	49	4	5	3	2	0	0	63
Sábado	105	4	6	3	1	0	0	119
Domingo	122	4	2	1	0		0	129
TOTAL VEHÍCULOS /SEMANA	472	28	33	19	11	0	0	563
TPDs	80	veh/día						

Tabla 1 Volumen de vehículos por categoría

$$TPDs = \sum \frac{5 * VOL_{\text{día típico}} + VOL_{\text{sábado}} + VOL_{\text{domingo}}}{7}$$

$$TPDs = \sum \frac{5 * 63 \text{ veh} + 119 \text{ veh} + 129 \text{ veh}}{7} = 80 \text{ veh/día}$$

2.3.2. Composición de vehículos comerciales

Del conteo realizado se obtiene la proporción de Autos, Buses y cada categoría de camión:

COMPOSICIÓN VEHICULAR								
VEHÍCULOS /SEMANA	Autos (A)	Buses (B)	Camiones					TOTAL
			C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	
VEHÍCULOS /SEMANA	472	28	33	19	11	0	0	563
%PORCENTAJE	84%	5%	6%	3%	2%	0%	0%	100%

Tabla 2 Composición de vehículos comerciales

2.3.3. Período de diseño (N)

Siguiendo la recomendación del manual de diseño de pavimentos asfálticos de bajos volúmenes de tránsito del INVIAS, se ha considerado prudente adoptar un periodo de diseño estructural de veinte (20) años, dado el nivel del tránsito y las limitaciones de las entidades territoriales para su mantenimiento.

2.3.4. Tasa de crecimiento anual

TPDS	TASA DE CRECIMIENTO (%)	
	Total Vehículos	Vehículos Comerciales
<500	6.0 – 6.5	5.5 – 6.0
500 – 1000	5.7 – 6.3	5.5 – 6.0
1000 – 2500	4.5 – 5.5	4.0 – 5.0
2500 – 5000	4.5 – 5.5	4.0 – 5.0
5000 – 10000	4.5 – 5.5	4.0 – 5.0
>10000	4.0 – 6.0	3.0 – 5.0

Tabla 3 Tasa de crecimiento anual

Fuente: INVIAS

(Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito)

Considerando el tránsito promedio diario es menor a 500 (<500), la tasa de crecimiento para vía se toma:

$r = 6\%$

2.3.5. Factor direccional (Fd)

En función del ancho de la calzada de la vía el tránsito que se adopta para el diseño es la totalidad o una proporción de éste, representado en el Factor direccional.

Tabla 2.5. Tránsito por adoptar para el diseño según el ancho de la calzada
Factor Direccional (Fd)

Ancho de la calzada	Tránsito de diseño	Fd
Menos de 5 m	Total en los dos sentidos	1.0
Igual o mayor de 5 m y menor de 6 m	3/4 del total en los dos sentidos	0.75
Igual o mayor de 6 m	1/2 del total en los dos sentidos	0.50

Tabla 4 Factor direccional (Fd). Fuente: INVIAS

El ancho de la vía del municipio de Concepción es de 6 m, por lo tanto, se toma $Fd = 0,50$

2.3.6. Factor de daño por tipo de vehículo

En el cálculo de los ejes equivalentes de 80 KN para la vía se tomarán los Factores de Daño (FD) de la tabla 2.4 del manual de diseño de pavimentos asfálticos del INVIAS, que son el resultado del análisis de las cargas por eje de aproximadamente trescientos mil vehículos evaluados en los operativos de pesaje realizados por el INV en las vías a su cargo durante el período 2000-2006.

Tabla 2.4. Factor daño por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Factor de daño (FD)	
	Vacío	Cargado
Autos		0.0
Bus grande		1.0
C2p	0.01	1.01
C2g	0.08	2.72
C3-C4	0.24	3.72
C5	0.25	4.88
> C5	0.26	5.23

Tabla 5 Factor de daño por tipo de vehículo

2.3.7. Nivel de confianza en la proyección del tránsito

El nivel de confianza o confiabilidad es un parámetro que considera las diferencias entre el tránsito estimado para el diseño y el tránsito que realmente soporta la vía.

En función del tipo de carretera que se diseña se establecen rangos de nivel de confiabilidad, como los mostrados en la siguiente tabla, recomendados por la AASHTO

TIPO DE CARRETERA	NIVEL DE CONFIABILIDAD, R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.0	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

Tabla 6 Nivel de confianza en la proyección del tránsito

Al tratarse de una vía urbana local se trabajará con un nivel de confiabilidad del 80%

2.4. Cálculo del número de ejes equivalentes de 80 kN en el año base

A continuación, se calcula, en base a los parámetros antes definidos, el número de ejes equivalentes de 80 KN para la vía en el año base 2020:

$$N_{80kN \text{ carril de diseño, año base}} = 365_{\text{días/año}} * \left[\sum_{i=1}^K TPDs * \%V_{ki} * FD_k \right] * Fd$$

Donde,

$N_{80kN \text{ carril de diseño, año base}}$: Número de ejes de 80 KN en el año base

$\%V_{ki}$: Porcentaje del tipo de vehículo k en el año base

FD_k : Factor de daño del tipo de vehículo k en el año base

Fd : Factor direccional

	Autos (A)	Buses (B)	Camiones (C)					
			C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	
%V	84%	5%	6%	3%	2%	0%	0%	
FACTOR DE DAÑO - FD	0	1	1,01	2,72	3,72	4,88	5,23	
TPDs (Veh/dia)	80							
TPDs*%V*FD	0,00	4,00	4,76	7,38	5,85	0,00	0,00	21,99

Tabla 7 Cálculo de número de ejes equivalentes de 80 kN en el año base

$$N_{80kN \text{ carril de diseño, año base}} = 365 * 21.99 * 1 = 8026$$

2.5. Cálculo del número de ejes equivalentes de 80 kN en el período de diseño y con el nivel de confianza establecido

$$N_{80kN \text{ carril de diseño, acumulado}} = N_{80kN \text{ carril de diseño, año base}} * \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

$N_{80kN \text{ carril de diseño, acumulado}}$: Número de ejes de 80 KN de diseño

r : Tasa de crecimiento anual

n : Período de diseño

$$N_{80kN \text{ carril de diseño, acumulado}} = 4.013 * \frac{(1+0,06)^{20} - 1}{0,06}$$

$$N_{80kN \text{ carril de diseño, acumulado}} = 147.627$$

$$N'_{80kN \text{ carril de diseño, acumulado}} = N_{80kN \text{ carril de diseño, acumulado}} * (1+k+g)$$

$N'_{80kN \text{ carril de diseño, acumulado}}$: Número de ejes de 80 KN de diseño incluyendo tránsito atraído y tránsito generado.

k : Porcentaje de tránsito atraído.

g : Porcentaje de tránsito generado.

$$N'_{80kN \text{ carril de diseño, acumulado}} = 147.627 * (1+0,04+0,03)$$

$$N'_{80kN \text{ carril de diseño, acumulado}} = 157.961$$

$$N''_{80kN \text{ Diseño}} = N'_{80kN \text{ Diseño}} * (10^{\sigma * Z_r})$$

$N''_{80kN \text{ Diseño}}$: Número de ejes de 80KN

$N'_{80kN \text{ Diseño}}$: Número de ejes de 80KN estimados antes de considerar el nivel de confianza

σ : Desviación estándar de la curva normal que representa las diferencias entre el tránsito estimado y el tránsito real. $\sigma = 0,05$

Z_r : Parámetro asociado a la distribución normal estándar.

**Tabla 2.6. Valores del parámetro Zr
(Suponiendo una distribución normal)**

Confiabilidad	Zr
70%	0.524
75%	0.674
80%	0.842
85%	1.036
90%	1.282
95%	1.645
96%	1.751
97%	1.881
98%	2.055
99%	2.328

Tabla 8 Valores del parámetro Zr (suponiendo una distribución estándar)

Reemplazando valores,

$$N''_{80kN \text{ Diseño}} = 157.961 * (10^{0,05 * 0,842})$$

$$N''_{80kN \text{ Diseño}} = 174.040$$

3. DISEÑO DEL PAVIMENTO

3.1. Elementos que integran la estructura de pavimento Rígido

Pavimento Rígido: Está conformado por una losa de concreto sobre una base o directamente sobre la subrasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.

Subrasante: Es el suelo natural o antrópico que soporta las cargas transmitidas a través de las capas superiores de la estructura de pavimento.

Material de soporte: Capa principal de la estructura de pavimento ubicada entre la subrasante y la capa de rodadura. Tiene como propósito distribuir las fuerzas generadas por las cargas a través de la subrasante. Puede ser una Base Estabilizada con Cemento o Subbase Granular, en el presente diseño se trabajará con Subbase Granular.

Losa de concreto: Es la capa superior del pavimento o capa de rodadura, la cual debe cumplir con la resistencia adecuada a los esfuerzos de flexión y compresión.

Juntas: Son parte importante de los pavimentos rígidos y se realizan con el fin de controlar los esfuerzos que se presentan en el Concreto como consecuencia de los movimientos de contracción y de dilatación de material y a los cambios de temperatura y humedad.

Dovelas: Cuando la trabazón de agregados no es suficiente para lograr la transmisión de carga, se pueden utilizar, para alcanzar dicho objetivo, varillas de transferencia de carga, conocida como pasadores de carga, o dovelas, que son, barras de acero cortas y lisas con un límite de fluencia (fy) mínimo de 280 MPa (2800 kg/cm² o 60000 psi), de acuerdo con el Artículo INV 500-07 y el Artículo INV 640-07, medidas dentro del concreto fresco.

Los pasadores se instalan en las juntas de tal manera que le permitan a las losas separarse y unirse entre sí, pero no desplazarse verticalmente, y su función es, entonces, absorber los esfuerzos de cortante, generados por las cargas del tránsito al cruzar las juntas y transmitir a la losa adyacente entre el 40 y 45% de la carga de diseño, cuando esta se coloca cerca de la junta.

Barras de anclaje: Cuando el pavimento que se construye no tiene confinamiento lateral, es necesario dotar las juntas longitudinales con barras de anclaje, para impedir el desplazamiento de las losas de un carril, respecto a las del otro.

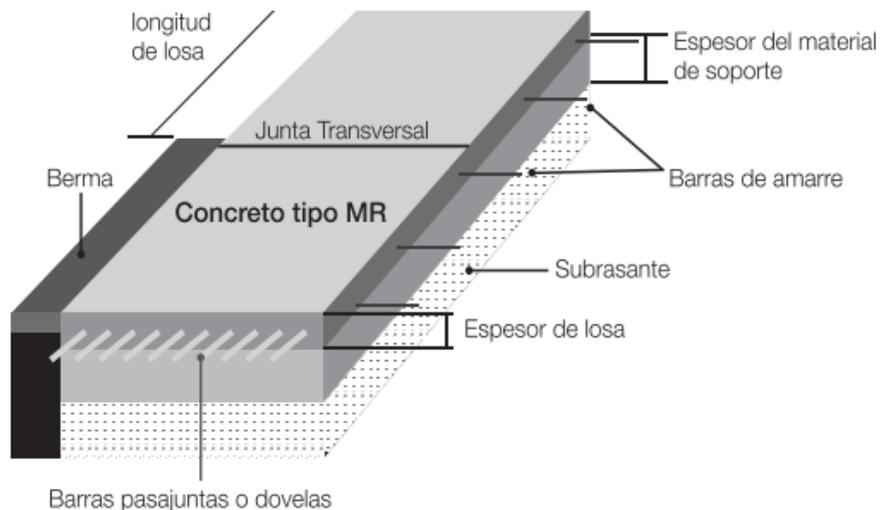


Figura 4.1. Esquema representativo de un pavimento de concreto

Ilustración 4 Esquema representativo de un pavimento de concreto

3.2. Metodología de diseño

El Diseño de la estructura de pavimento se realizará con el Método de la PCA (Portland Cement Association) y con ayuda del programa de cálculo PCA de la Universidad del Valle, el cual está basado en este método.

En esta metodología se define el espesor de la losa de concreto y de la subbase tomando información sobre el tipo y cantidad de vehículos que circulan por la vía detallando las cargas de cada uno, la capacidad de soporte de la subrasante, la calidad de los materiales a utilizar y la opción de utilización de otros componentes como sistema de transferencia de carga y una capa de subbase granular.

Mediante este método se controlan dos criterios de diseño: el responsable de controlar el agrietamiento de la losa (fatiga), y el responsable de controlar el desgaste del suelo de soporte (erosión), el espesor de la losa seleccionado se considera inadecuado si el alguno de los valores calculados supera el 100%.

3.3. Parámetros de diseño

A continuación, se definen los parámetros requeridos en el diseño:

3.3.1. Tránsito, cargas y repeticiones

Tránsito: De acuerdo, al estudio de tránsito el Número de ejes equivalentes para el periodo de diseño de 20 años es:

$$N''_{80kN \text{ Diseño}} = 127.129$$

Número de vehículos comerciales diarios en el carril de diseño: Este se determina teniendo en cuenta la composición de los vehículos comerciales, la distribución direccional de los vehículos: $F_d=0.5$, debido a que la vía tiene un ancho mayor o igual a 6m y el factor de distribución por carril: $F_{ca}=1.0$, considerando que hay un carril por sentido.

Tipo de vehículo	TPD	Porcentaje vehículo	Número de ejes comerciales por día por carril
Bus	80	5,0%	2
C-2P		5,9%	2
C-2G		3,4%	1
C3 - C4		2,0%	1
C5		0,0%	0
>C5		0,0%	0
		Total	7

Tabla 9 Número de vehículos comerciales diarios en el carril de diseño

Distribución de los vehículos comerciales por día/carril de diseño y por cada 1000 vehículos comerciales: Se determina la cantidad de cada tipo de vehículo para una muestra de 1000 vehículos comerciales

Tipo de vehículo	Número de ejes comerciales por día por carril	Número de ejes comerciales por día por carril por cada 1000 VC
Bus	2	308
C-2P	2	363
C-2G	1	209
C3 - C4	1	121
C5	0	0
>C5	0	0
Total	7	1000

Tabla 10 Distribución de los vehículos comerciales por día/carril de diseño y por cada 1000 vehículos comerciales

- **Distribución del número de ejes por cada 1,000 vehículos comerciales por carga y tipo de eje:** Se determina el número de ejes esperados en el carril de diseño en el periodo de diseño y se distribuyen los ejes por cada 1000 vehículos comerciales de acuerdo con el siguiente cuadro de configuraciones de carga.

CONFIGURACIÓN DE LA CARGA POR EJE EN TONELADAS (kN)					
Tipo de vehículo	Carga total toneladas (kN)	Eje simple direccional (SD)	Eje simple doble (SD)	Eje tandem (TAN)	Eje tridem (TRID)
Bus B	10.0 (98.1)	4.0 (39.5)	6.0 (58.9)	-	-
Camión C2P	8.0 (78.5)	2.8 (27.5)	5.2 (51.0)	-	-
Camión C2G	14.0 (137.3)	4.9 (48.1)	9.1 (89.3)	-	-
Camión C3-C4	28.0 (274.7)	8.4 (82.4)	-	19.6 (192.3)	-
Camión C5	48.0 (470.9)	6.0 (58.9)	-	20.0 (196.2) / 22.0 (215.8)	-
Camión C6	52.0 (510.1)	7.8 (76.5)	-	18.2 (178.5)	26.0 (255.1)

Tabla 11 Configuración de la carga por eje en Toneladas y kN

Cargas		Ejes p/c 1000 vc	Número de ejes en carril de diseño/periodo de diseño
Ton	KN		
Ejes simples			
9,1	89	209	11430
8,4	82	121	6618
6	59	308	16845
5,2	51	363	19853
4,9	48	209	11430
4	40	308	16845
2,8	28	363	19853
Ejes tándem			
19,6	192	121	6618
20	197	0	0
22	216	0	0
18,2	179	0	0
Ejes Tridem			

Tabla 12 Configuración de la carga por eje en Toneladas y kN

3.3.2. Módulo de reacción de la subrasante (o CBR)

La capacidad de soporte de la subrasante para el diseño de pavimentos rígidos se mide a través del Módulo de Reacción o Coeficiente de balasto, que se representa con la letra K. Este módulo

se obtiene mediante el ensayo de placa directa, el cual resulta costoso, por lo cual para el presente diseño se usan correlaciones que permiten obtener el este parámetro a través del resultado del ensayo de CBR.

Para el diseño del pavimento del Manual del INVIAS, se tienen cinco clases de suelo tal y como se indica en la Tabla 3-2, en la cual, la clasificación se hace con base en la Relación de Soporte de California del suelo -CBR.

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm ²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 - 500
S3	5 - 10	500 - 1.000
S4	20 - 10	1.000 - 2.000
S5	> 20	> 2.000

Tabla 3-2. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Tabla 13 Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia

De acuerdo con el estudio geotécnico en la vía el valor para el CBR es:
CBR = 4,1%

3.3.3. Módulo de rotura del pavimento

El concreto utilizado para la construcción de la losa debe tener una resistencia a la flexión a los 28 días en el rango de 3,8 a 4,5 MPa (550 - 650 psi)

Calidad del Concreto	Número de camiones por día			
	> 300	150 - 300	25 - 150	< 25
A flexión (MPa)	4.5	4.2	4.0	3.8

Tabla 3-1. Resistencia que debe alcanzar el concreto

Tabla 14 Resistencia que debe alcanzar el concreto

Según el conteo de vehículos en la vía, al día pasan menos de 25 camiones, por lo cual se trabaja con un

Módulo de rotura = 3,8 MPa

3.3.4. Factor de seguridad

Según los criterios del método PCA se toma un factor de seguridad de 1,0 para la vía a intervenir en el Municipio de Concepción.

Factores de seguridad de diseño (Criterio de la PCA)	
Tipo de carretera	Factores de seguridad
<i>Carretera con alto volumen de tránsito, sin interrupción.</i>	1.2
<i>Carreteras y calles principales con tránsito pesado moderado.</i>	1.1
<i>Caminos locales, calles residenciales y otros, con poco tránsito pesado.</i>	1.0

Tabla 77: Factores de seguridad de carga de diseño - PCA

Fuente: Metodología de la PCA

Tabla 15 Factor de seguridad de carga de diseño

3.4. Diseño

3.4.1. Estimación del espesor de la losa de concreto y subbase granular

Siguiendo la metodología de la PCA, se selecciona el espesor de la losa de concreto y de la subbase granular, así con los parámetros de diseño y los espesores seleccionados, se verifica si los porcentajes de fatiga y de erosión son menores de 100% , después de chequear con ayuda del programa PCA de la Universidad del Valle, se determinó que los siguientes espesores son los adecuados de acuerdo con el tránsito considerado y resistencia de la capa de apoyo:

Espesor losa concreto = 0,18 m

Espesor subbase granular = 0,15 m

The screenshot shows the PCAcalcula software interface with the following data:

Datos generales		Tránsito		Análisis	
Proyecto: CONCEPCIÓN		Factor de seguridad: 1.0		Calcular	
Descripción:		Tipo de Ejes: Ejes Tándem		Espesor de losa: 180 mm	
Período de diseño: 20 años		Ejes Tándem kN		Módulo de rotura: 3.8 MPa	
Espesor de la losa: 180 mm				K del conjunto: 44 MPa/m	
Módulo de rotura: 3.8 MPa				Período de diseño: 20 años	
Dovelas: <input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No				Porcentaje de fatiga: 43.45	
Bermas: <input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No				Porcentaje de erosión: 1.02	
Módulo de reacción de la subrasante (K)				Recomendación para barras de anclaje:	
Subrasante				Longitud: 100 cm	
<input type="radio"/> Ingreso directo				Separación entre barras: 120 cm	
K =				Recomendación para pasadores (fy=60 ksi):	
<input checked="" type="radio"/> Correlación con CBR				Longitud: 35 cm	
CBR = 4.1				Separación entre barras: 30 cm	
<input checked="" type="checkbox"/> Subbase				Diámetro de barras: 2.22 cm	
Espesor: 150 mm					
<input checked="" type="radio"/> Sin tratar <input type="radio"/> Tratada con cemento					
		Barras de anclaje			
		Diámetro de barra: 5/8" in			
		Acero (fy): 420 MPa			
		Ancho de carril: 3.35 m			

Tabla 16 Cálculo de PCA

3.4.2. Dimensiones de la losa de concreto

El criterio para definir la longitud de losas rectangulares utilizado es mediante la relación de esbeltez con la siguiente expresión:

$$RE = \frac{\text{Largo}}{\text{Ancho}} < 1.25$$

El ancho total de la calzada es de 6 m, por lo que el ancho de las losas será de 3 m. Así para cumplir el criterio de esbeltez, el largo de las losas rectangulares debe ser de 3,5 m

3.4.3. Sistema de transferencia de carga

Bermas: Dado el ancho actual de los carriles y la limitación de su aplicación, por tratarse de vías urbanas con construcciones en ambos lados, el diseño no incluirá bermas.

Pasadores de carga o dovelas: En cuanto a las dimensiones, espaciamento y longitud de las dovelas, la práctica en Colombia se ha reducido a la aplicación de los criterios indicados en la Tabla 6-2 del manual de diseño de pavimentos en concreto del INVIAS.

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada		
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Tabla 6-2. Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga

Tabla 17 Espesor del pavimento

De acuerdo con la recomendación del Manual de INVIAS, para un espesor de losa de 18 cm, las especificaciones de las dovelas son las siguientes:

Pasadores losa $e=180\text{mm}$

Diam (Pulg)	1
Long (mm)	350
Sep a centros (mm)	300

Tabla 18 Dovelas

Barras de anclaje: La selección del diámetro, separación, longitud y resistencia de las barras de anclaje, se seleccionan de acuerdo a los criterios indicados en la Tabla 6-1 del Manual de diseño de pavimentos de concreto del INVIAS.

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")			Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")			Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")					
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de $f_y = 187,5$ MPa (40.000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de $f_y = 280$ MPa (60.000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Tabla 6-1. Recomendación para las barras de anclaje

Tabla 19 Recomendaciones para las barras de anclaje

De acuerdo con la recomendación del Manual de INVIAS, para un espesor de losa de 20 cm y ancho de carril de 3m, las especificaciones de las barras de anclaje son las siguientes:

Barras de anclaje $e=180$ mm	
Diam (Pulg)	5/8
Acero, f_y (MPa)	420
Long (mm)	1000
Sep entre barras (mm)	1200

Tabla 20 Especificaciones de las barras de anclaje

3.4.4. Modelo estructural de la losa de concreto y detalles constructivos

A continuación, se muestra el modelo estructural de la losa diseñada por el método de la PCA y los detalles constructivos.

MODELO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DISEÑADA POR EL MÉTODO DE LA PCA - MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN

Longitud de la barra de anclaje = 1m
Diámetro de la barra de anclaje = 15.9mm (5/8")
Separación entre barras de anclaje = 1.2m
Acero corrugado de 60.000 PSI

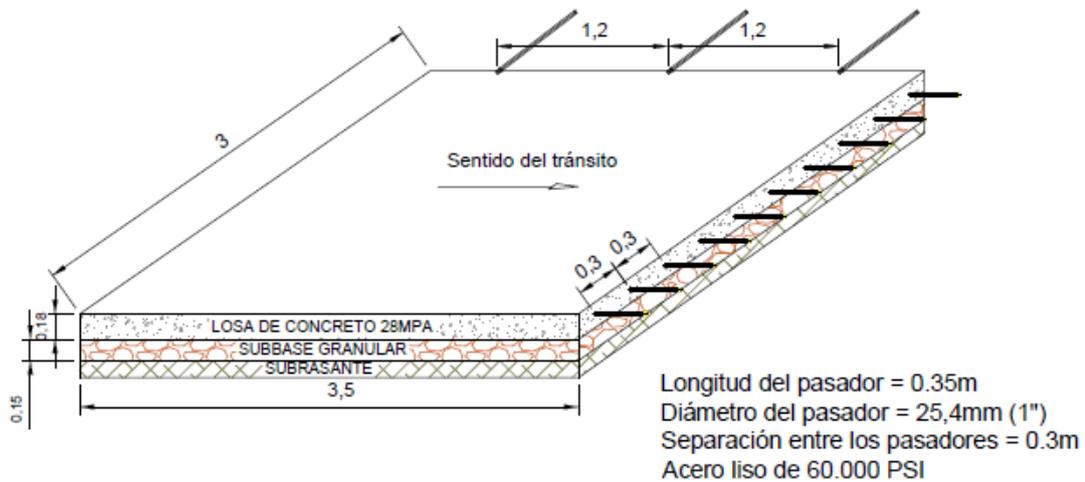


Ilustración 5 Modelo estructural de la losa de concreto diseñada por el método de la PCA

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El tránsito en la vía estudiada, con la metodología de aforos establecida, se determinó en 174.040 número de ejes equivalentes que transitarán en la vía durante el periodo de diseño de 20 años, el cual corresponde a un tránsito bajo NT1 según la clasificación del INVIAS.
- El diseño de la estructura de pavimento rígido se realizó por el método de la PCA (Portland Cement Association), en el cual los criterios de falla considerados en el modelo son la erosión o desgaste del suelo de soporte y la fatiga relacionada con el agrietamiento de la losa, las cuales deben ser menor al 100% en la estructura propuesta y con el espectro de cargas establecido según el estudio de tránsito en la vía.
- Los resultados de la estructura de pavimento obtenidos por el método PCA fueron una losa de concreto de 18 cm de espesor, con resistencia a la compresión de 28 MPa y un módulo de rotura de 3,8 MPa, soportada en una capa de subbase granular de 15 cm. Las placas de la losa deberán construirse de 3 m de ancho y 3,5 m de largo, cuyo sistema de transferencia de cargas será: dovelas en las juntas transversales de acero liso de $\Phi 1"$, longitud 35 cm, colocadas cada 30 cm, las cuales unirán las placas en el sentido transversal de la vía para transferir los esfuerzos cortantes del tránsito de una placa a otra; y barras de anclaje en acero corrugado de $\Phi 5/8"$, longitud 1m, colocadas cada 1,2m las cuales unirán las placas en el sentido longitudinal de la vía, para impedir el desplazamiento de las losas de un carril, respecto a las del otro.
- De acuerdo con el estudio de suelos para el tramo de vía se encuentra subrasante en una arena limosa de color café, con CBR en situación más crítica del 4,1% y con profundidad recomendada para cimentar la estructura en promedio a los 45 cm, con posibilidad de variar en el momento de

la construcción. En estas circunstancias, dado que la estructura de pavimento diseñada suma en total 33 cm de espesor, se debe mejorar el suelo hasta los 45 cm con subbase, es decir, instalar una capa de subbase de mejoramiento del suelo de 12 cm de espesor.

- El concreto hidráulico preparado para la losa, podrá ser premezclado en planta o elaborado directamente en la obra con previo diseño de mezcla, adicionalmente la construcción del pavimento deberá cumplir las especificaciones para la ejecución, sellado de juntas, el acabado, el curado y las demás actividades para su correcta construcción que estable el artículo 500 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS.
- La subbase granular deberá cumplir con las exigencias mínimas establecidas en el Artículo 320 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, tanto en calidad de los materiales, clasificación, limpieza, resistencia, como también garantizar los ensayos para garantizar el control de calidad del suministro.
- Se recomienda que una vez vaciada la losa se le deberá dar protección contra la acción del sol con algún material o compuesto químico, además rociado permanente de agua que permita un buen fraguado de esta.
- Se recomienda la correcta nivelación de los suelos de fundación y las capas granulares de la estructura con una tolerancia máxima de 2cm.
- Todas las dimensiones y espesores de las capas, así como sus especificaciones técnicas deberán ceñirse al presente informe de diseño estructural y las recomendaciones del INVIAS, cualquier modificación durante la etapa constructiva, se sugiere debe consultarse y calcularse con un profesional idóneo en la materia.

REFERENCIAS

- Alfonso Montero Fonseca. (2002). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Editorial Universidad Católica de Colombia. Bogotá, DC.
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2007). MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO. Colombia.
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2012). Artículo 450, Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (Concreto asfáltico). Colombia.
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2012). Normas de ensayo de materiales para carreteras (INV - 748, INV -799). Colombia.
- LONDOÑO NARANJO, Cipriano y ALVAREZ PABÓN, Jorge Alberto. (2008). Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. Instituto Colombiano de Productores de Cemento.
- Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2017). Proyectos Tipo. Construcción de pavimentos rígidos en vías urbanas de bajo tránsito. Bogotá, DC.
- PCA Cálculo Diseño de pavimentos rígidos. (2014). Escuela de Ingeniería Civil y Geomática, Universidad del Valle.

ANEXOS: Conteo vehicular del estudio de tránsito en el municipio de Concepción

5.4. Apoyo en la elaboración del documento de procesos constructivos

Uno de los documentos técnicos del proyecto es la descripción de procesos constructivos y especificaciones técnicas de las actividades de la obra, así se ayudó en la construcción de este requisito, basado en las normas generales de construcción de carreteras del INVIAS y literatura técnica tanto para el proceso de construcción de vías en asfalto como de vías en concreto hidráulico.

Los Artículos de las especificaciones técnicas para la construcción de carreteras del INVIAS, que fueron utilizados son:

- Artículo 210. Excavación de la excavación, canales y préstamos
- Artículo 310. Conformación de calzada existente
- Artículo 311. Afirmado
- Artículo 320. Subbase granular
- Artículo 330. Base granular
- Artículo 400. Disposiciones generales para la ejecución de riegos de imprimación, liga y curado, tratamientos superficiales, sello de arena asfalto, lechadas asfálticas, mezclas asfálticas en frío y en caliente y reciclado de pavimentos asfálticos.
- Artículo 420. Riego de imprimación.
- Artículo 450. Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (concreto asfáltico).
- Artículo 500. Pavimento de concreto hidráulico
- Artículo 501. Suministro de cemento hidráulico
- Artículo 671. Cunetas revestidas en Concreto
- Artículo 672. Bordillos en concreto

En el Anexo 4 se presenta el documento de proceso constructivo para el proyecto.

5.5. Apoyo en elaboración de Planes de Manejo de Tránsito

Otros documentos técnicos en los que también se apoyó en su elaboración fueron los planes de manejo del tránsito durante la etapa de construcción de las obras, para ello fue necesario identificar con el personal de planeación y tránsito de cada localidad las rutas alternas que se habilitarían, además se propuso la señalización y actividades de control con el propósito de brindar un ambiente seguro y ordenado a los conductores, pasajeros, ciclistas, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar durante la etapa constructiva.

En el Anexo 5 se presentan los Planes de Manejo del Tránsito –PMT - durante la ejecución de las obras de todos los municipios, a modo de ejemplo se presenta a continuación el PMT del municipio de San Carlos:

PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO (PMT)

"CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA"

MUNICIPIO DE SAN CARLOS

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

2021

CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	38
ÍNDICE DE TABLAS.....	38
INTRODUCCIÓN	39
1. UBICACIÓN	39
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	40
2.1. Ficha técnica del proyecto.....	40
2.2. Características de las obras	41
3. RECORRIDOS Y VÍAS ALTERNAS	41
4. SEÑALIZACIÓN VIAL.....	42
4.1. Señales preventivas en obras	42
4.1.1. SPO-01 Trabajos en la vía	42
4.1.2. SPO-02 Maquinaria en la vía.....	43
4.1.3. SPO-0 Auxiliar de tránsito.....	43
4.1.4. SPO-0 Angostamiento a ambos lados	43
4.1.5. SPO-0 Angostamiento a la derecha	44
4.1.6. SPO-0 Angostamiento a la izquierda.....	44
4.2. Señales informativas en obras.....	44

4.2.1.	SIO-01 Aproximación a obra en la vía	44
4.2.2.	SIO-02 y SIO-03 Información de inicio o fin de obra	45
4.2.3.	SIO-04 Carril cerrado (derecho-centro-izquierdo)	45
4.2.4.	SIO-0 Desvío a xxx m.....	45
4.3.	Dispositivos de seguridad	45
4.3.1.	Dispositivos para la canalización del tránsito	45
4.3.2.	Dispositivos luminosos	47
4.3.3.	Dispositivos manuales	47
4.4.	Señales reglamentarias en obras.....	48
4.4.1.	SRO-02. Desvío.	48
4.4.2.	SRO-03. Velocidad máxima permitida.	48
5.	MANEJO DEL TRÁNSITO VEHICULAR	48
6.	ENTRADA Y SALIDA DE VOLQUETAS O MAQUINARIA.....	49
7.	MANEJO DEL TRÁNSITO PARA ZONAS ESCOLARES Y PEATONALES	49
8.	INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN MANEJO DEL TRÁNSITO VEHICULAR	49
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50

6. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Ubicación Municipio de San Carlos, Antioquia	39
Ilustración 2	Ubicación vía a intervenir Municipio de San Carlos, Antioquia	40
Ilustración 3	Ubicación vía alterna del Municipio de San Carlos, Antioquia.....	41
Ilustración 4	Estado vía alterna del Municipio de San Carlos, Antioquia.....	42
Ilustración 5	Estado de señalización vía alterna del Municipio de San Carlos, Antioquia	42
Ilustración 7	Trabajos en la vía	43
Ilustración 8	Maquinaria en la vía	43
Ilustración 9	Auxiliar de tránsito	43
Ilustración 10	Angostamiento a ambos lados.....	44
Ilustración 11	Angostamiento a la derecha.....	44
Ilustración 12	Angostamiento a la izquierda	44
Ilustración 13	Aproximación a obra en la vía.....	44
Ilustración 14	Información de inicio o fin de obra.....	45
Ilustración 15	Carril cerrado (derecho-centro-izquierdo)	45
Ilustración 16	Desvío a xxx m.....	45
Ilustración 17	Barricadas.....	46
Ilustración 18	Delineadores tubulares	46
Ilustración 19	Delineadores tubulares	46
Ilustración 20	Barreras Plásticas Flexibles (maletines).....	47
Ilustración 21	Banderas y paletas:.....	47
Ilustración 22	Indumentaria del banderero	47
Ilustración 23	Indumentaria del banderero	48
Ilustración 24	Desvío.	48
Ilustración 25	Velocidad máxima permitida	48

7. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ficha técnica del proyecto.....	40
---------	---------------------------------	----

8. INTRODUCCIÓN

Con la elaboración del presente Plan de Manejo de Tránsito se pretende mitigar el impacto generado por las obras de pavimentación en concreto rígido de la vía urbana del Municipio de San Carlos, con el propósito de brindar un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, ciclistas, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, en cumplimiento a las normas establecidas para la regulación del tránsito.

El plan está dirigido a la implementación de diversos elementos de control e información a los usuarios de la vía a intervenir, tales que permitan efectuar un adecuado manejo del tránsito de vehículos, peatones y ciclistas, reduciendo los riesgos de posibles accidentes, que puedan generar trabajos sobre la vía.

En este sentido, el plan presenta recomendaciones sobre la señalización horizontal y vertical a utilizar, las vías alternas que deben habilitarse y su señalización, los medios y estrategias de comunicación requeridas para informar a la comunidad y visitantes, medidas para el manejo rutas de transporte público, de maquinaria pesada y de tránsito general en la vía.

Para la formulación del Plan de Manejo de Tránsito se tienen en cuenta los siguientes aspectos básicos:

- Efectos sobre la circulación del tránsito, mayores congestiones en la zona de influencia en la obra.
- Mayor riesgo de accidentalidad para los usuarios de la vía.
- Incomodidad para los vecinos y locales comerciales del lugar de la obra, derivando esto en peticiones, quejas o reclamos por parte de la comunidad.
- Cierres totales para el tránsito de vehículos y parciales para el tránsito de peatones.
- Planes de divulgación.

4. UBICACIÓN



Ilustración 6 Ubicación Municipio de San Carlos, Antioquia

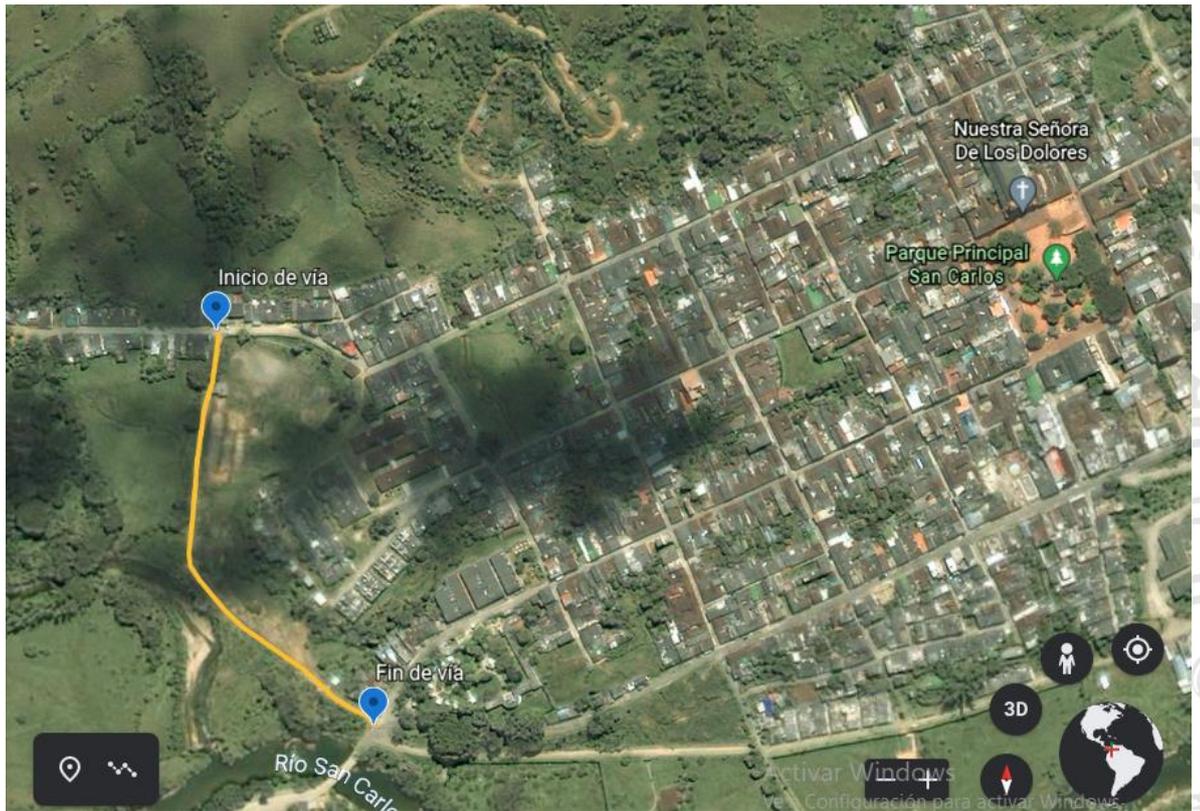


Ilustración 7 Ubicación vía a intervenir Municipio de San Carlos, Antioquia

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La vía para mejorar está ubicada en la zona urbana, la cual conduce a los de balnearios y 3 veredas (Vallejuelo, Puerto Rico y Palmichar). Zona importante de desarrollo para el Municipio.

Dicha vía se encuentra en la zona antes conocida como la escombrera del Municipio, debido a que dicha vía conduce a la zona turística y además a una institución tecnológica, se hace necesario intervenir para mejorar la calidad de vida de dicho sector. Considerando que es una vía destapada, la cual en temporadas de invierno se vuelve intransitable para carros pequeños como automóviles ya que su drenaje superficial es deficiente.

Se proyecta mejorar 370 metros aproximadamente con un ancho de 7 metros, incluyendo andén al lado derecho (contrario al borde del río). La estructura de pavimento está compuesta por base granular de 15 cm y por último la capa de rodadura de 20 cm de concreto de 28 MPa, con un módulo de rotura (MR) de 4.

Las actividades principales por grupos que se llevarán a cabo para la ejecución de las obras son:

- Demolición carpeta de rodadura existente. .
- Conformación de rasante
- Transporte de materiales.
- Adecuación de base.
- Acero y elementos metálicos.
- Pavimentación en concreto.
- Señalización
- PMT.
- PMA.
- Caracterización vial.
- Interventoría.

5.1. Ficha técnica del proyecto

Construcción de pavimento rígido y flexible en vías urbanas de 7 Municipios del oriente del departamento de Antioquia (Municipio de San Carlos)	
Longitud para mejorar (m)	370
Número de calzadas (Unid)	2
Ancho de vía (m)	7
Acabado de la rodadura (Flexible – Rígido)	Rígido

Tabla 21 Ficha técnica del proyecto

5.2. Características de las obras

- **Tipo de obra**
Corresponde al mejoramiento de la vía urbana ubicada en el Municipio de San Carlos.
- **Duración de la obra**
Se trabajarán los días hábiles de la semana (lunes a sábado), para cumplir con un programa de ejecución de obra de máximo 3 meses.
- **Equipos y maquinaria por utilizar**
Los equipos para utilizar son: compresor (barrido y soplado), formaleta metálica, motoniveladora, retroexcavadora, vibrador de concreto, vibro compactador, mezcladora de concreto y volquetas.
- **Horarios**
Debido a que tendremos un cierre total, el horario de trabajo en la obra será el que el Contratista designado establezca para cumplir con el plazo establecido.

6. RECORRIDOS Y VÍAS ALTERNAS

Debido a que tendremos un cierre total y con el fin de que las personas del barrio y el sector turístico no se vean afectadas, se presenta la ruta alterna la cual se ingresa por la calle 20 aproximadamente 175 metros después gira a mano izquierda por la carrera 24, sigue en línea recta por dos cuadras aproximadamente 200 metros hasta la calle 22 donde gira a la izquierda, luego en la cuadra inmediatamente siguiente a la derecha por toda la calle 23 para así continuar con su recorrido hacia la zona de balnearios o las veredas Vallejuelo, Puerto Rico y Palmichar.

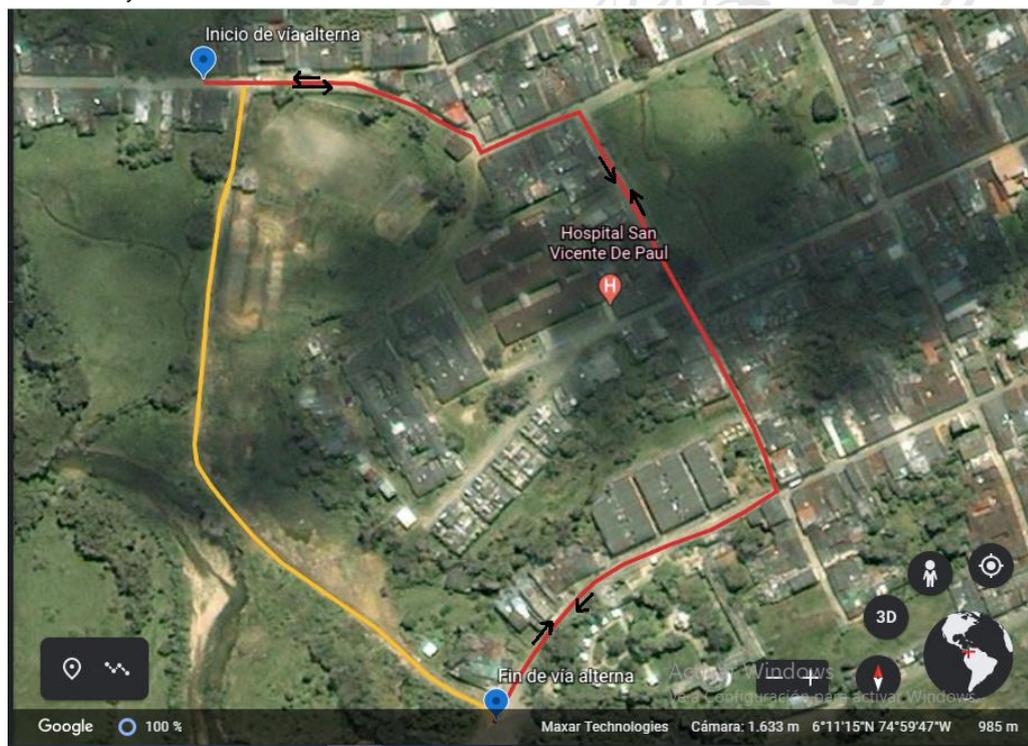


Ilustración 8 Ubicación vía alterna del Municipio de San Carlos, Antioquia

La vía alterna está construida en pavimento rígido. El actual estado de dicha vía es malo, evidenciando grietas, hundimiento, desgaste de la carpeta de rodadura y baches en la mayor parte de esta ruta. Debido a que no hay posibilidad de tomar otra ruta, elegimos esta a pesar del estado.



Ilustración 9 Estado vía alterna del Municipio de San Carlos, Antioquia



Ilustración 10 Estado de señalización vía alterna del Municipio de San Carlos, Antioquia

7. SEÑALIZACIÓN VIAL

Los dispositivos de control del tránsito vehicular serán obviamente efectivos, si es que se cumplen con algunos requisitos indispensables, como la existencia de una necesidad para su utilización y cuyo mensaje debe ser claro y conciso.

Su función es indicar al usuario de la vía las precauciones que debe tener en cuenta, las limitaciones en el tramo de circulación y las informaciones estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la vía.

Sirven para: Advertir la existencia de posibles peligros; dar a conocer determinadas restricciones; indicar en forma concisa ciertas disposiciones legales; determinar el derecho de paso de los vehículos y el sentido de las vías; y ayudar a los peatones para atravesar las vías.

Las señales de tránsito deben ser reflectivas o estar convenientemente iluminadas, para garantizar su visibilidad en las horas de oscuridad. La reflectividad puede lograrse cubriendo las señales con pinturas o materiales adecuados que reflejen las luces de los vehículos sin deslumbrar al conductor. La iluminación puede ser directa o indirecta; en el primer caso, la señal posee iluminación interna, mientras que en el segundo está iluminada por luces interiores.

La localización del dispositivo tiene un rol importante para su cumplimiento, puesto que de dicha localización depende que el conductor pueda percatarse de su presencia y así tomar la acción necesaria como respuesta inmediata al dispositivo.

A continuación, se describen en detalle las señales de tránsito que deberán utilizarse en las diferentes etapas de la obra de pavimentación para el manejo de tránsito en la vía y el sector aledaño, incluida la ruta alterna.

7.1. Señales preventivas en obras

7.1.1. SPO-01 Trabajos en la vía

Esta señal es de obligatoria instalación para advertir a los conductores que las condiciones de tránsito se modifican más adelante por la realización de obras en la vía. Esta señal es de color naranja fluorescente y se ubica en ambos sentidos de la vía urbana a una distancia mínima de 100m antes del área de transición o análisis con un aviso que indica esta distancia.



Ilustración 11 Trabajos en la vía

7.1.2. SPO-02 Maquinaria en la vía

Esta señal se utiliza para advertir sobre la presencia de maquinaria en la zona de trabajo, la que generalmente circula a baja velocidad o puede encontrarse entrando o saliendo de la vía o estacionada. Esta señal se ubicará a una distancia mínima de 100m antes del sitio donde circula o se encuentra la maquinaria.



Ilustración 12 Maquinaria en la vía

7.1.3. SPO-0 Auxiliar de tránsito

Esta señal se utiliza para advertir que más adelante el tránsito por la zona de obras es controlado por un auxiliar de tránsito tipo banderero. Por motivos de seguridad de este trabajador, la velocidad máxima permitida en el sector que se ubica el auxiliar no debe superar los 50 km/h.



Ilustración 13 Auxiliar de tránsito

7.1.4. SPO-0 Angostamiento a ambos lados

Se utiliza para advertir un estrechamiento de la calzada a ambos lados.



Ilustración 14 Angostamiento a ambos lados

7.1.5. SPO-0 Angostamiento a la derecha

Advierte un estrechamiento al costado derecho de la calzada.



Ilustración 15 Angostamiento a la derecha

7.1.6. SPO-0 Angostamiento a la izquierda

Advierte un estrechamiento al costado izquierdo de la calzada.



Ilustración 16 Angostamiento a la izquierda

7.2. Señales informativas en obras

Las señales informativas tienen como objetivo orientar y guiar a los usuarios de la vía a través de la zona de obras, entregándoles la información necesaria con suficiente anticipación para que puedan transitar por ella de la forma más segura, simple y directa posible.

El color de estas señales es de fondo naranja y letras y orlas negras. Las señales informativas no deben contener un texto de más de 3 líneas y cuando la señal informe situaciones que ocurren más adelante en la vía, se debe indicar la distancia a dicha situación, ubicando en su parte inferior la leyenda.

7.2.1. SIO-01 Aproximación a obra en la vía

Esta señal se emplea para advertir a conductores y peatones la aproximación a un tramo de vía afectado por la obra. La señal llevará la leyenda "OBRA EN LA VÍA", seguida de la distancia a la cual se encuentra la obra. Se podrá usar juntamente con otras señales o repetirla variando la distancia.



Ilustración 17 Aproximación a obra en la vía

7.2.2. SIO-02 y SIO-03 Información de inicio o fin de obra

Esta señal indicará el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, con el mensaje "INICIO DE OBRA". Igualmente, se instalará otra señal con las mismas características, pero indicando el sitio de finalización de la obra, con la leyenda "FIN DE OBRA".

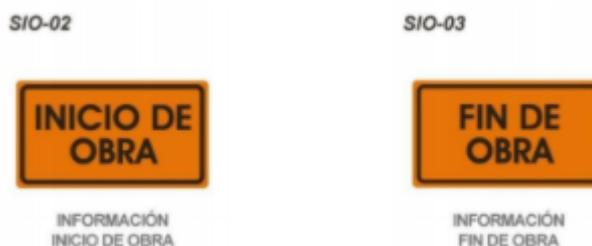


Ilustración 18 Información de inicio o fin de obra

7.2.3. SIO-04 Carril cerrado (derecho-centro-izquierdo).

Esta señal se emplea para prevenir a los conductores sobre la proximidad a un tramo de vía en el cual se ha cerrado uno o varios carriles de circulación. El texto de la señal deberá mencionar el (los) carril(es) inhabilitado(s) para el servicio. Por ejemplo: "CARRIL IZQUIERDO CERRADO".



Ilustración 19 Carril cerrado (derecho-centro-izquierdo).

7.2.4. SIO-0 Desvío a xxx m

Esta señal informa sobre la proximidad de un desvío en la zona de obras. La señalización de DESVÍO se utilizará solo en el caso de tener que dirigir el tránsito a otra ruta o calzada. Debe indicar siempre la distancia a la que se encuentra.



Ilustración 20 Desvío a xxx m

7.3. Dispositivos de seguridad

7.3.1. Dispositivos para la canalización del tránsito

La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajos y marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

- Barricadas: Las barricadas estarán formadas por bandas o listones horizontales, con una longitud entre 2,0 m y 2,4 m y una altura de 0,20 m, separados por espacios iguales a sus alturas. Las bandas serán fijadas a postes firmemente hincados cuando sean fijadas para obras de larga duración y sobre caballetes cuando sean portátiles para obras de corta duración.



Ilustración 21 Barricadas

- Delineadores tubulares: Estos dispositivos de canalización vehicular y peatonal serán fabricados en material plástico anaranjado y unido por cinta de señalización (CINTA PELIGRO).



Ilustración 22 Delineadores tubulares

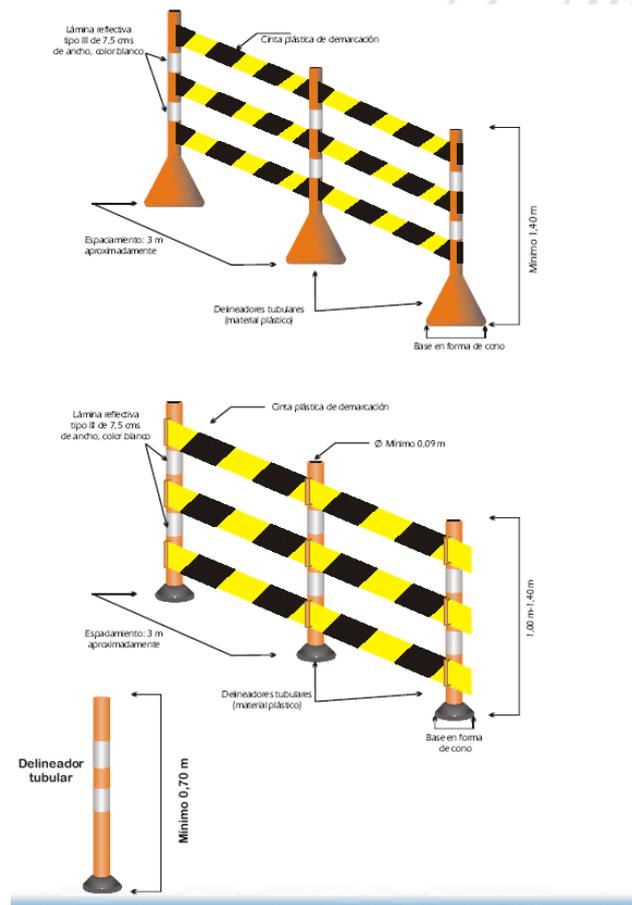


Ilustración 23 Delineadores tubulares

- Barreras Plásticas Flexibles (maletines): Son dispositivos, en material plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía. Generalmente como dispositivos de canalización.



Ilustración 24 Barreras Plásticas Flexibles (maletines)

7.3.2. Dispositivos luminosos

Se emplearán estos dispositivos en horas nocturnas o en condiciones climáticas adversas, por lo tanto, es necesario complementar las señales verticales y los elementos de canalización con dispositivos luminosos, tales como reflectores, luces permanentes y luces intermitentes o de destello.

- Reflectores: Estos dispositivos se usarán cuando se desarrollen trabajos nocturnos para iluminar la zona de trabajo, también para iluminar el banderero. Se debe tener cuidado en iluminar correctamente el área deseada para evitar el encandilamiento de los conductores.
- Luces de identificación de peligro (Luces intermitentes): Serán utilizadas en puntos de peligro como un medio de llamar la atención de los conductores. Las luces de identificación de peligro son del tipo intermitente con luz amarilla

7.3.3. Dispositivos manuales

La regulación del tránsito alternado se realizará mediante banderero en cada extremo de la obra, con radios que permitan la comunicación entre ellos. Con el fin de que el banderero conozca cuándo permitir el tránsito por el acceso que controla.

- Banderas y paletas: Los bandereros emplean banderas o paletas. Son dispositivos que se usan comúnmente en las horas del día para efectos de regulación del tránsito en vías afectadas por la ejecución de obras. Las paletas son elementos fabricados en madera, plástico u otros materiales semirrígidos livianos, que tienen la misma forma y características de la señal SR-01 Pare y que contiene los mensajes de "PARE" por una cara y de "SIGA" o "LENTO" en la otra cara



Ilustración 25 Banderas y paletas:

La indumentaria del banderero constará de:

Un casco, Chaleco con cinta reflectiva que cumpla con los coeficientes de retrorreflexión. El banderero deberá estar visible para los conductores que se acercan, desde una distancia suficiente que permita una respuesta oportuna en el cumplimiento de las instrucciones que se impartan. Esta distancia está relacionada con las velocidades de aproximación. Todos estos implementos deben ir identificados con el logo de la Gobernación de Antioquia.



Ilustración 26 Indumentaria del banderero

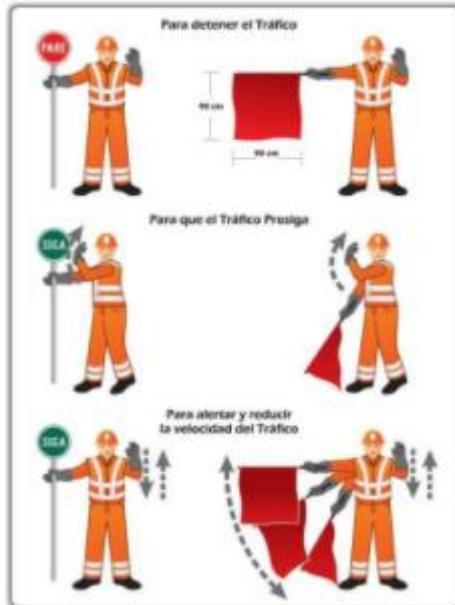


Ilustración 27 Indumentaria del banderero

7.4. Señales reglamentarias en obras

7.4.1. SRO-02. Desvío.

Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos, cuando en una calzada de dos carriles se cierra uno de ellos.



Ilustración 28 Desvío.

8.1.1.

7.4.2. SRO-03. Velocidad máxima permitida.

Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos a partir del lugar donde esté instalada.



Ilustración 29 Velocidad máxima permitida

8. MANEJO DEL TRÁNSITO VEHICULAR

Teniendo en cuenta el proceso constructivo y el cronograma de obra del proyecto "Construcción de pavimento rígido y flexible en vías urbanas de 7 Municipios del oriente del departamento de Antioquia", este proyecto en el Municipio de Granada se ejecutará en dos (2) meses aproximadamente, en la totalidad del ancho de la vía; interrumpiendo la

totalidad del paso vehicular. Sólo habrá cierres parciales del paso peatonal y de motociclistas, dependiendo las actividades que se estén realizando, garantizando la seguridad de estos. Se dispondrá de un banderero en todo momento para la entrada y salida de la maquinaria e insumos necesarios en la obra.

Se empezará con una señal reglamentaria SRO-01 indicando un cierre de la vía por lo que no pueden circular los vehículos a partir del lugar donde esté instalada, seguido por una señal preventiva de obligatoria instalación SPO-01 (Trabajos en la vía) para advertir a los conductores o peatones que las condiciones de tránsito se modifican más adelante por la realización de obras en la vía, esta señal se ubica en ambos sentidos de la vía. También se advertirá en algunas etapas de la obra que hay cierre parcial de la vía con señales preventivas SPO-02 indicando que hay maquinaria en la vía. Se tendrá en ambos extremos de la vía una señal indicando el paso peatonal, que se habilitará en uno de los costados de la vía.

En el punto donde inicia la obra se debe advertir de ésta con una señal informativa de obra SIO-01 que indique esta situación, en este mismo punto estará el banderero con la paleta de pare – siga, luego para este caso se debe cerrar bien la vía con barricadas plásticas (maletines) y con barricadas de listones que muestren claramente el cierre de vía. En el sitio donde finalice la obra se debe indicar la terminación de obra con una señal informativa de obra SIO-02 que muestre la finalización. Esta señalización se debe ubicar en ambos carriles para que los usuarios estén bien direccionados y advertidos.

Es de aclarar que las señales anteriormente mencionadas son de menor permanencia (máximo 2 meses) por lo tanto deben ir en soportes móviles.

9. ENTRADA Y SALIDA DE VOLQUETAS O MAQUINARIA

Para la entrada y salida de volquetas de los centros de acopio se debe aplicar el Manual de señalización vial: Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Ministerio de Transporte 2015. Para lo cual se utilizarán señales verticales y un bandereo para dar la indicación de pare – siga a ambos lados de la vía. Para este punto las señales también deben ir en soportes móviles, toda vez que se utilizarán solo durante los 2 meses de ejecución del proyecto.

10. MANEJO DEL TRÁNSITO PARA ZONAS ESCOLARES Y PEATONALES

En el tramo a intervenir hay una institución educativa utilizada para educación tecnológica. Está institución no cuenta con rutas de buses escolares, además los usuarios de la institución actualmente transitan por la vía que se ha seleccionado como vía alterna, debido al estado actual de la vía a intervenir. Las molestias ocasionadas por el ruido de operación del proyecto serán comunicados a las respectivas autoridades competentes con el fin de minimizar la molestia e interrupción en sus actividades curriculares.

Se dispondrá de todos los elementos necesarios exigidos por las normas para dar seguridad y accesibilidad a los peatones, se implementarán señales verticales y horizontales que orienten al peatón, así como senderos peatonales delimitados por delineadores tubulares. En caso tal de que un peatón presente alguna discapacidad o se presente una emergencia, se le prestara la debida ayuda por medio del personal encargado.

11. INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN MANEJO DEL TRÁNSITO VEHICULAR

La información y divulgación del plan de manejo del tránsito es muy importante, ya que Permite que los usuarios tomen las precauciones necesarias al plan diseñado. La información debe referirse a las condiciones del tránsito (congestión), a la obra y a la necesidad de apoyo y colaboración de la población. La información comprende tres etapas importantes:

♦ Antes de las obras: Se utilizará la emisora local del Municipio de San Carlos para informar a la comunidad sobre el inicio de la obra de pavimentación, su duración y tipo de obra, desvíos y precauciones a tomar.

♦ Durante las obras: Se utilizarán las señales de tránsito descritas para desvíos y precauciones. Además, se colocarán vallas y pasacalles informativos de la obra, de agradecimiento de la comprensión y colaboración ciudadana.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No existirán mayores traumatismos durante el mejoramiento de la vía debido a que como la vía es destapada y está en mal estado, los autos por lo general están transitando actualmente por la vía que se tiene como alterna sin embargo se cumple con el manual de señalización vial: Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Ministerio de Transporte 2015.

Se debe hacer una campaña de divulgación con las comunidades de las veredas Vallejuelo, Puerto Rico y Palmichar, además de a todos los balnearios, informando de los trabajos y de las molestias que se puedan presentar, durante la ejecución del proyecto.

El manejo del tránsito contará con la señalización necesaria para información de los conductores que puedan circular por dicha vía, de tal forma que se minimicen los factores de riesgo. El conocimiento de las diferentes actividades, equipos y materiales que se utilizarán en el proyecto en estudio, permiten establecer los principales impactos sobre el tránsito vehicular y peatonal, condiciones que guardan estrecha relación con el proyecto.

5.6. Apoyo en elaboración de APU y presupuestos

Se aportó en la construcción del Análisis de Precios Unitarios – APU, el cual se planteó para cada uno de los municipios, ya que los costos de materiales varían según la ubicación de los proveedores. Para ello, inicialmente se solicitó a la Autoridad Ambiental de la Región que es CORNARE, la certificación de canteras que cuentan con plan de manejo ambiental, las cuales son legales y podrán suministrar los materiales para la obra, con esta información se procedió a contactarlas para la averiguación de precios y distancias de acarreo a los sitios de obra.

Para los APU se tuvo en cuenta además formatos preestablecidos por el INIVAS y el Departamento Nacional de Planeación, adaptándose a las particularidades de la obra en cada municipio.

En el Anexo 6 se presentan los presupuestos y APU de los municipios donde se apoyó su elaboración y a modo de ejemplo se presenta a continuación los del municipio de San Carlos:

PRESUPUESTO DE OBRA - MUNICIPIO DE SAN CARLOS						
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL POR CAPITULO
1.0	PRELIMINARES					\$ 1.747.434
1.1.1	Localización, trazado y replanteo con equipos de precisión.	und	3,00	\$ 582.478	\$ 1.747.434	
2.0	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CONFORMACIÓN					\$ 118.052.234
2.1	EXCAVACIONES					
2.1.1	Excavación en material común de la explanación, canales y préstamos. Incluye cargue y disposición final del material sobrante y transporte.	m3	3.839,78	\$ 28.765	\$ 110.451.272	
2.1.2	Conformación de la calzada	m2	2.382,00	\$ 3.191	\$ 7.600.962	
2.2	SUBBASES Y RELLENOS					\$ 245.079.434
2.2.1	Relleno en recebo común para bordillos	m3	11,91	\$ 77.942	\$ 928.289	
2.2.2	Suministro, colocación, conformación y compactación de Sub-base granular, incluye transporte. (Estructura del pavimento y reemplazo de subrasante)	m3	464,49	\$ 127.034	\$ 59.006.023	
2.2.3	Transportes de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales, préstamo y materiales de afirmado, sub-base y mezcla asfáltica para distancias mayores de tres (3) Km. Material compactado.	m ³ -km	151.509,92	\$ 1.222	\$ 185.145.122	
3.0	ESTRUCTURA PAVIMENTO					\$ 345.576.029
3.1	Losa de concreto f'c = 28 MPa (Suministro, Formaleta, Colocación, y Acabado)	m3	452,58	\$ 676.962	\$ 306.379.462	
3.2	Acero de refuerzo Fy=420 MPa para bordillo. Incluye suministro y figurado	Kg	528,12	\$ 5.316	\$ 2.807.504	
3.3	Construcción bordillo en concreto 21 MPa 0,20 m x 0,15 m x 1 m	m	11,91	\$ 42.019	\$ 500.446	
3.4	Suministro, transporte y colocación de Pasadores de Carga en acero liso fy=280 mpa, (Grado 40)	kg	3.154,56	\$ 5.872	\$ 18.523.576	
3.5	Corte y sello de juntas con material elastomérico para pavimento	ml	1.077,57	\$ 16.115	\$ 17.365.041	
4.0	SEÑALIZACIÓN					\$ 9.296.615

4.1	Demarcación vial con pintura acrílica en frío para resaltos, pasos peatonales y zonas escolares. Incluye texto y pictograma.	m ²	10,00	\$ 31.532	\$ 315.320	
4.2	Línea de demarca con pintura acrílica en frío	m	1.191,00	\$ 5.415	\$ 6.449.265	
4.3	Suministro e instalación señal vial reglamentaria, tablero en lámina galvanizada cal 16" de 60cm x 60cm. Según norma INVIAS	un	10,00	\$ 253.203	\$ 2.532.030	
5.0	PEDRAPLEN					\$ 253.349.044
5.1	Pedraplen suelto. Incluye suministro de material, colocación y todo lo necesario para su correcta ejecución. No incluye transporte.	m ³	2.143,80	\$ 110.352	\$ 236.572.618	
5.2	Suministro e instalación de GG Geotextil Tejido 315W - T 2400 41kN - 240	m ²	2.382,00	\$ 7.043	\$ 16.776.426	
6.0	CUNETAS					\$ 38.126.292
6.1	Concreto Clase D (21 MPa). Cunetas colectoras de aguas lluvias desarrollo 1.00 m e: 0.10 m. La malla electrosoldada se pagará en su respectivo ítem.	m	476,4	\$ 80.030	\$ 38.126.292	
7.0	ANDENES					\$ 45.745.357
7.1	Concreto Clase D (21 MPa). Andenes E=0.08 m. Incluye estructura de soporte. La actividad consiste en el suministro, transporte y colocación de concreto pendienteado y llaneado, vaciado alternado (en cuadros no superiores de 1.5 x 1.5 m), llaves de confinamiento lateral de 0,15*0,30, con adoquin guía 0,20x0,20 m (amarillo), curado y todo lo necesario para su correcta construcción y funcionamiento. Las excavaciones o descapotes y la malla electrosoldada se pagarán en su ítem respectivo.	m ²	476,4	\$ 96.023	\$ 45.745.357	
8.0	OBRAS DE DRENAJE					\$ 33.171.013
8.1	Excavaciones varias en material común en seco. Incluye entibado y retiro de material sobrante.	m ³	39,45	\$ 31.456	\$ 1.240.939	
8.2	Suministro, transporte y colocación de tubería PVC de 36" para alcantarillado.	ml	15,00	\$ 1.470.833	\$ 22.062.495	
8.3	Lleno manual compactado con material al de prestamo.	m ³	13,20	\$ 69.163	\$ 912.952	

8,4	Obras transversales Concreto Clase C (28 MPa). (Muros, disipadores y aletas)	m ³	11,24	\$ 796.675	\$ 8.954.627
-----	--	----------------	-------	------------	--------------

**Las cantidades de obra de las actividades de este capítulo se diligencian según el diagnóstico de redes realizado por la entidad territorial sobre el tramo a intervenir.

VALOR COSTOS DIRECTOS					\$ 845.064.018
A	ADMINISTRACION		22,00%		\$ 185.914.084
I	IMPREVISTOS		3,00%		\$ 25.351.921
U	UTILIDAD		5,00%		\$ 42.253.201
VALOR TOTAL OBRA					\$ 1.098.583.223
INTERVENTORIA					\$ 109.858.322

TOTAL	\$ 1.208.441.545
--------------	-------------------------

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MUNICIPIO DE SAN CARLOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
OBJETO	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA				
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1.1.1	Localización, trazado y replanteo con equipos de precisión.	und	1,00	enero de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0,100	\$ 354.978	\$ 35.498
Equipo de topografía		día	1,000	\$ 165.790	\$ 165.790
SUBTOTAL					\$ 201.288
2. MATERIALES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Estacas, Pintura, Tachuelas, Hilo (localización de estructuras y carreteras)		GL	1,000	\$ 25.962	\$ 25.962
SUBTOTAL					\$ 25.962
3. TRANSPORTES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte personal y equipo de topografía		Día	0,001	\$ 250.000	\$ 250

SUBTOTAL				\$ 250
4. MANO DE OBRA				
Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total
Cuadrilla Topografía	JR	1,000	\$ 354.978	\$ 354.978
SUBTOTAL				\$ 354.978
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 82.478
OBSERVACIONES DE LOS RESPONSABLES				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
OBJETO	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA				
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
2.1.1	Excavación en material común de la explanación, canales y préstamos. Incluye cargue y disposición final del material sobrante y transporte.	m3	1,00	enero de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0,100	\$ 3.267	\$ 327	
Retroexcavadora A25C	H	0,090	\$ 100.000	\$ 9.000	
Volqueta 6 m3	H	0,090	\$ 46.116	\$ 4.150	
SUBTOTAL				\$ 13.477	
2. MATERIALES					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
SUBTOTAL				0,00	
3. TRANSPORTES					
Descripción	U.M.	Distacia	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte de material de excavación	M3-Km	1	8,000	\$ 940	\$ 7.520
Disposición final del material, derecho de botadero		1,00	1,000	\$ 4.500	\$ 4.500
SUBTOTAL				\$ 12.020	
4. MANO DE OBRA					
Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE) (JR)	JR	0,018	\$ 181.519	\$ 3.267	
SUBTOTAL				\$ 3.267	
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 28.765	
OBSERVACIONES DE LOS RESPONSABLES					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
OBJETO	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA				
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
2.1.2	Conformación de la calzada	m2	1,00	enero de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0,100	\$ 1.233	\$ 123	
Carrotanque de agua(1000 Galones)	H	0,006	\$ 68.652	\$ 378	
Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4,27 m, peso 18 ton.	H	0,004	\$ 150.000	\$ 600	
Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.	H	0,005	\$ 128.918	\$ 645	
			SUBTOTAL	\$ 1.745	
2. MATERIALES					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
Agua	lt	4,000	\$ 53	\$ 212	
			SUBTOTAL	\$ 212	
3. TRANSPORTES					
Descripción	U.M.	Distacia	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
			SUBTOTAL	0,00	
4. MANO DE OBRA					
Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (JR)	JR	0,005	\$ 246.608	\$ 1.233	
			SUBTOTAL	\$ 1.233	
			TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 3.191	
OBSERVACIONES DE LOS RESPONSABLES					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
OBJETO	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA				
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
2.2.1	Relleno en recebo común para bordillos	m3	1,00	enero de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0,100	\$ 14.796	\$ 1.480	
Compactador tipo Rana a gasolina (incluye Combustible)		0,030	\$ 57.540	\$ 1.726	
SUBTOTAL				\$ 3.206	
2. MATERIALES					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
Material de Recebo Para Relleno	m3	1,000	\$ 58.600	\$ 58.600	
SUBTOTAL				\$ 58.600	
3. TRANSPORTES					
Descripción	U.M.	Distacia	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte de material de subbase	M3-Km	1	1,000	\$ 1.340	\$ 1.340
SUBTOTAL				\$ 1.340	
4. MANO DE OBRA					
Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (JR)	JR	0,060	246.607,56	\$14.796	
SUBTOTAL				\$ 14.796	
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 77.942	
OBSERVACIONES DE LOS RESPONSABLES					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
OBJETO	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA				
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
2.2.2	Suministro, colocación, conformación y compactación de Sub-base granular, incluye transporte. (Estructura del pavimento y reemplazo de subrasante)	m3	1,00	enero de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0,100	14.796,45	\$ 1.480	
Carrotanque de agua(1000 Galones)	H	0,022	\$ 68.652	\$ 1.510	
Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4,27 m, peso 18 ton.	H	0,020	\$ 150.000	\$ 3.000	
Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.	H	0,022	\$ 128.918	\$ 2.836	
			SUBTOTAL	\$ 8.826	
2. MATERIALES					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
Material de Sub Base	m³	1,300	\$ 79.343	\$ 103.146	
Agua	lt	5,000	\$ 53	\$ 265	
			SUBTOTAL	\$ 103410,90	
3. TRANSPORTES					
Descripción	U.M.	Distacia	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
			SUBTOTAL	\$ -	
4. MANO DE OBRA					
Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (JR)	JR	0,060	\$ 246.608	\$ 14.796	
			SUBTOTAL	\$ 14.796	
			TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 127.034	
OBSERVACIONES DE LOS RESPONSABLES					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DATOS GENERALES						
OBJETO	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha		
2.2.3	Transportes de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales, prestamo y materiales de afirmado, sub-base y mezcla asfáltica para distancias mayores de tres (3) Km. Material compactado.	m ³ -km	1,00	enero de 1900		
1. EQUIPO						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
SUBTOTAL					\$ -	
2. MATERIALES						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
SUBTOTAL					\$ 0,00	
3. TRANSPORTES						
Descripción		U.M.	Distacia	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte volqueta-material		m ³ -km	1	1,300	\$ 940	\$ 1.222
SUBTOTAL					\$ 1.222	
4. MANO DE OBRA						
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
SUBTOTAL					\$ -	
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 1.222	
OBSERVACIONES DE LOS RESPONSABLES						

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
OBJETO	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA				
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
3.1	Losa de concreto f'c = 28 MPa (Suministro, Formaleta, Colocación, y Acabado)	m3	1,00	enero de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0,100	\$ 60.836	\$ 6.084
Formaleta Metálica		H	0,160	\$ 14.839	\$ 2.374
Compresor (barrido y soplado)		H	0,020	\$ 65.796	\$ 1.316
Regla vibratoria, de longitud de 3 a 5 m, motor de 3600 rpm, potencia 6 HP		H	0,160	\$ 7.950	\$ 1.272
Vibrador de concreto		H	0,160	\$ 7.082	\$ 1.133
SUBTOTAL					\$ 12.179
2. MATERIALES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Concreto de 28 MPa		m3	1,050	\$ 573.478	\$ 602.152
SUBTOTAL					\$ 602.152
3. TRANSPORTES					
Descripción	U.M.	DISTAN CIA	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte de agregado pétreo	m3-km	1	1,340	\$ 1.340	\$ 1.796
SUBTOTAL					\$ 1.796
4. MANO DE OBRA					
Trabajador	U.M.	Rendimie nto	Vr Unitario	Vr. Total	
CUADRILLA (OFICIAL + 6 AYUDANTES) (JR)	JR	0,120	\$ 506.963	\$ 60.836	
SUBTOTAL					\$ 60.836
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 676.962
OBSERVACIONES DE LOS RESPONSABLES					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
OBJETO	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA				
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
3.2	Acero de refuerzo Fy=420 MPa para bordillo. Incluye suministro y figurado	Kg	1,00	enero de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0,100	\$ 907,6	\$ 90,8	
Cizalla manual de 90 cm.	H	0,040	\$ 1.377,0	\$ 55,1	
				SUBTOTAL	
				\$ 145,84	
2. MATERIALES					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
Acero suministrado y figurado PDR 60	Kg	1,050	\$ 3.940	\$ 4.137,00	
Alambre Negro para amarre	Kg	0,030	\$ 3.547,97	\$ 106,44	
				SUBTOTAL	
				\$ 4.243	
3. TRANSPORTES					
Descripción	U.M.	Distacia	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte de acero	T-Km	1	1,300	\$ 15,00	\$ 19,50
				SUBTOTAL	
				\$ 19,50	
4. MANO DE OBRA					
Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE) JR	JR	0,005	\$ 181.519	\$ 908	
				SUBTOTAL	
				\$ 908	
				TOTAL COSTO DIRECTO	
				\$ 5.316	
OBSERVACIONES DE LOS RESPONSABLES					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
OBJETO	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN VÍAS URBANAS EN SIETE (07) MUNICIPIOS DEL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA				
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
3.3	Construcción bordillo en concreto 21 MPa 0,20 m x 0,15 m x 1 m	m	1,00	enero de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0,100	\$ 16.029	\$ 1.603	
Formaleta Metálica	un	0,216	\$ 14.839	\$ 3.205	
Vibrador de concreto	H	0,378	\$ 7.082	\$ 2.674	
SUBTOTAL				\$ 7.482	
2. MATERIALES					
Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
Refuerzo de 3/8" 60000 psi	Kg	1,500	\$ 3.125	\$ 4.688	
Alambre Negro Para Amarre	Kg	0,030	\$ 3.548	\$ 106	
CONCRETO 21 MPa	m3	0,035	\$ 383.231	\$ 13.413	
SUBTOTAL				\$ 18.207	
3. TRANSPORTES					
Descripción	U.M.	DISTAN CIA	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte de materiales internos	T-KM	1	1,000	\$ 300,00	\$ 300,00
SUBTOTAL				\$ 300,00	
4. MANO DE OBRA					
Trabajador	U.M.	Rendimie nto	Vr Unitario	Vr. Total	
CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (JR)	JR	0,065	\$ 246.608	\$ 16.029	
SUBTOTAL				\$ 16.029	
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 42.019	
OBSERVACIONES DE LOS RESPONSABLES					

5.7. Apoyo en la elaboración de cartografía para algunos estudios

Dado que se tenía experiencia en el manejo de sistemas de información geográfica, se aportó en la elaboración de mapas básicos requeridos para el proyecto como los planos de localización general o algunos mapas temáticos para el plan de manejo ambiental y el estudio geológico, tales como mapas de litología y geomorfología de cada municipio. Se realizó en base a capas que la entidad tenía y otras obtenidas de bases de datos libres.

En el Anexo 7 se relacionan los mapas elaborados y a continuación se presentan algunos ejemplos: en la Figura 13 el mapa de las unidades litológicas de Concepción, en la Figura 14 las unidades geomorfológicas de Concepción, en la Figura 15 el Mapa Cuencas y cauces en el área de influencia vía de Concepción y en la Figura 16 el mapa de polígonos de Thiessen del municipio de Granada.

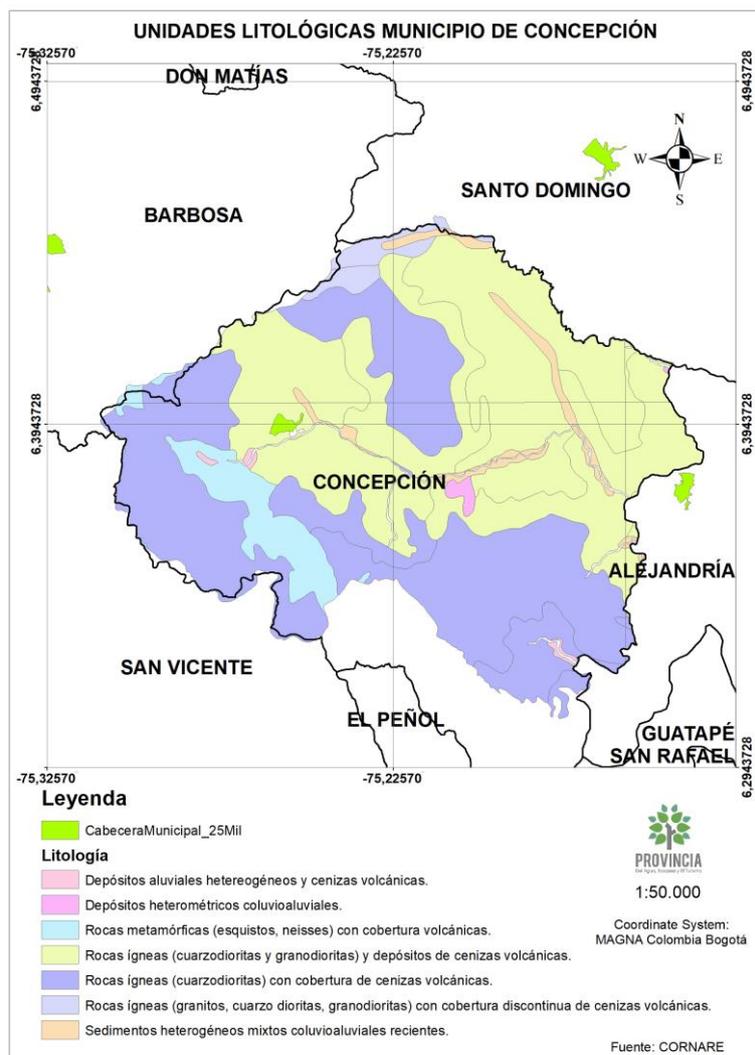


Figura 13. Mapa Unidades litológicas Municipio de Concepción

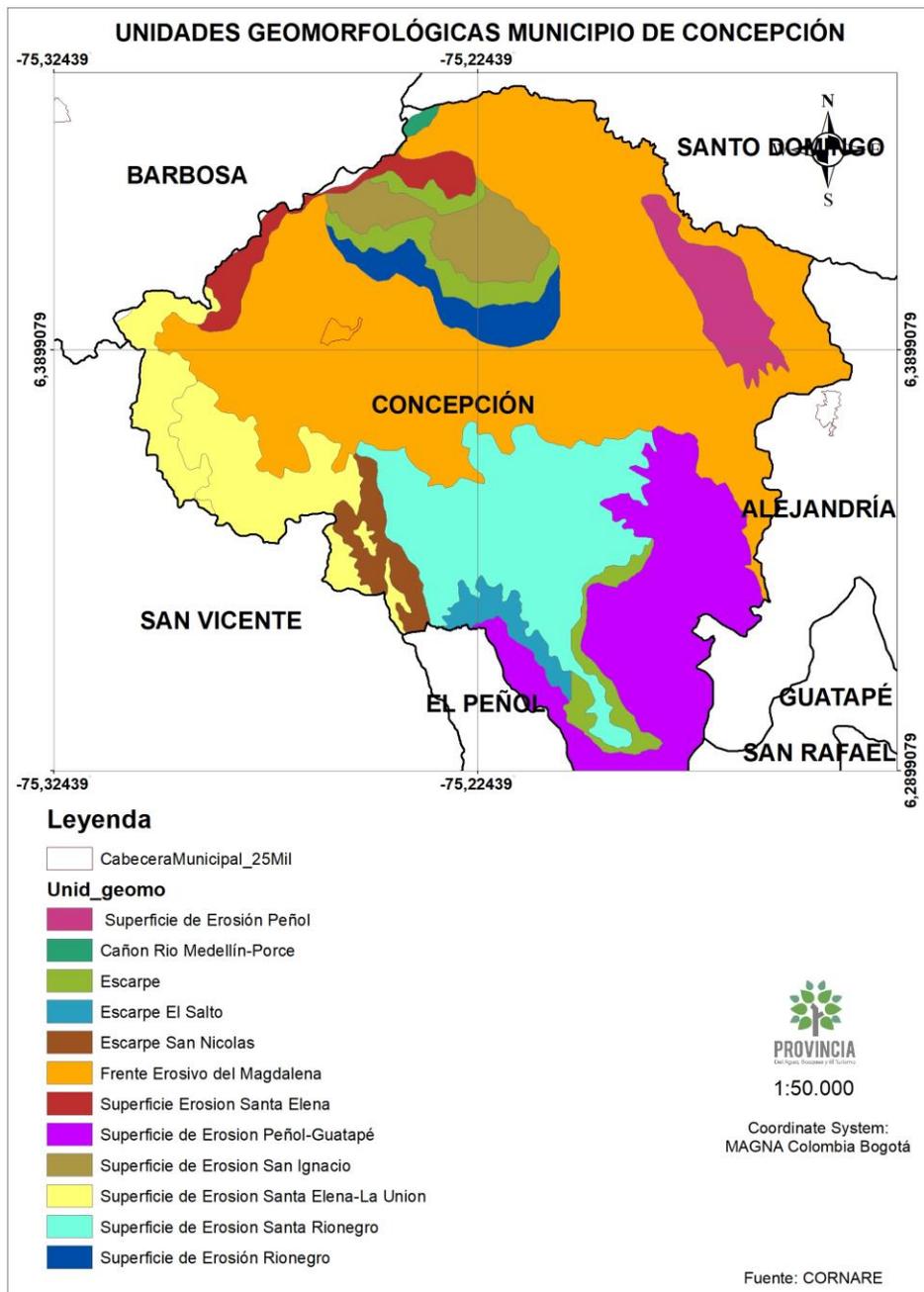


Figura 14. Mapa Unidades geomorfológicas Municipio de Concepción

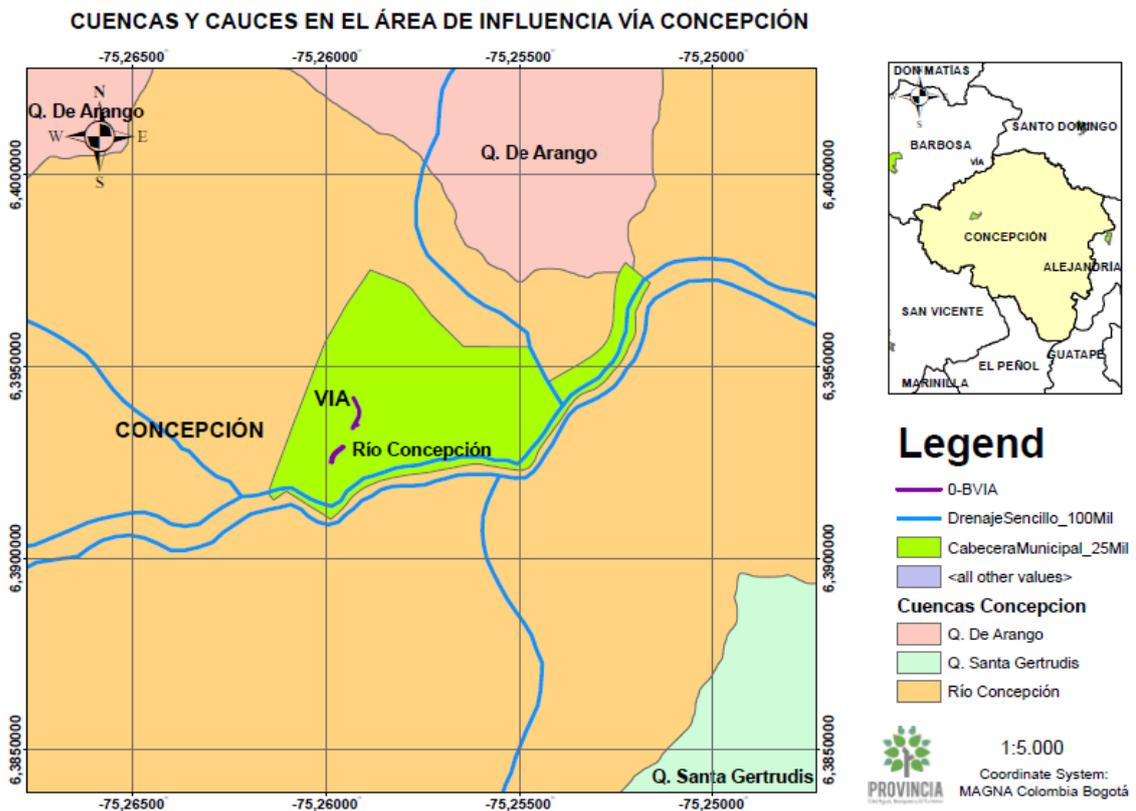


Figura 15. Mapa Cuencas y cauces en el área de influencia vía Municipio de Concepción

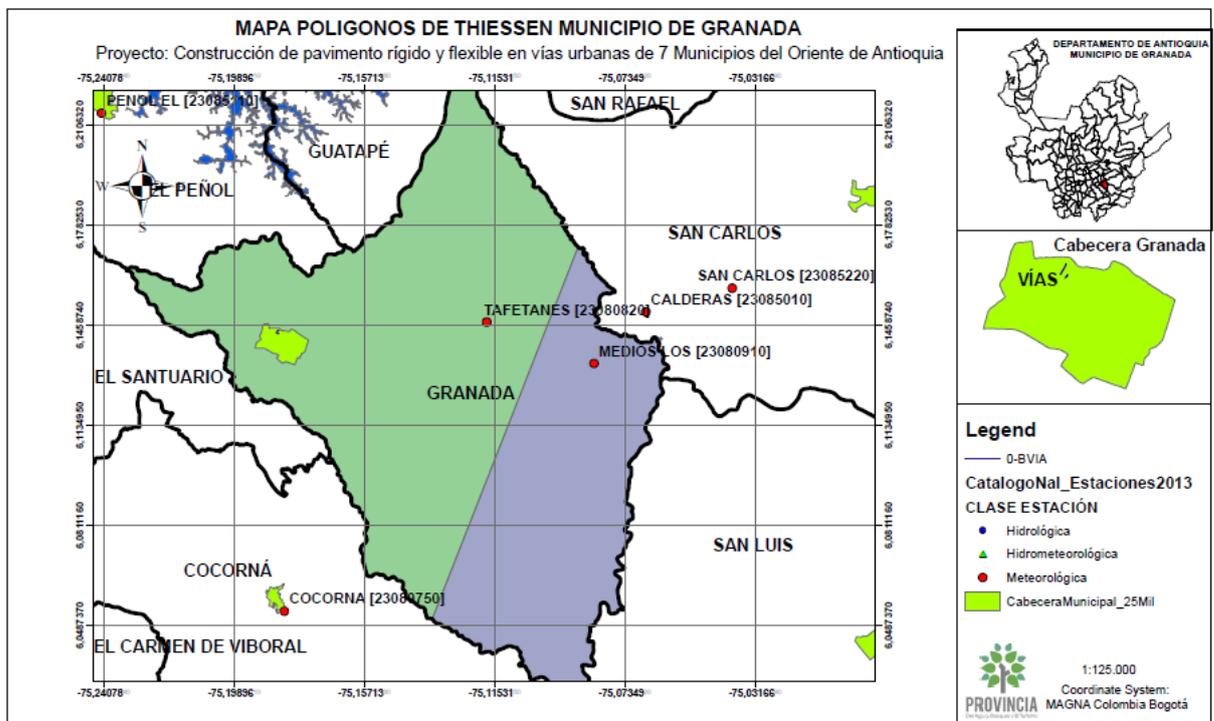


Figura 16. Mapa Polígonos de Thiessen Municipio de Granada

6 Conclusiones

- Durante el proceso de la práctica empresarial en la Provincia Administrativa y de Planificación del Agua, Boques y El Turismo, se afianzaron conceptos sobre la formulación de proyectos, a través de la participación en la estructuración de un proyecto regional para la pavimentación de vías urbanas en 7 municipios del Oriente de Antioquia, donde se comprendieron diferencias en la planeación de proyectos sociales y con ánimo de lucro, la identificación de problemáticas y su conexión directa con los objetivos, además de la importancia de la ingeniería del proyecto como base fundamental para establecer la factibilidad final de la alternativa analizada.
- En relación a la parte técnica de los proyectos viales en Colombia, el Instituto Nacional de Vías – INVIAS – recopila importantes manuales técnicos para el diseño, presenta análisis de precios unitarios de base y establece normatividad de las especificaciones técnicas para el desarrollo de los trabajos en la etapa de ejecución, por lo cual es la fuente principal para el desarrollo técnico de estos proyectos en Colombia. Por otro lado, la parte metodológica para la formulación de proyectos públicos la establece el Departamento Nacional de Planeación – DNP - y por tanto para acceder a recursos de entidades públicas es necesario seguir sus lineamientos y en el caso del proyecto para el Sistema General de Regalías, los lineamientos especiales que el DNP ha establecido para esta fuente.
- Se apoyó la elaboración de presupuestos del proyecto, donde el análisis de precios unitarios fue la base para su construcción, resaltando que los rendimientos utilizados para la mayoría de actividades se tomaron del INVIAS, y la mayor diferencia en los costos unitarios de cada municipio se determinó por los costos de transporte de materiales, aquí se destaca la importancia de identificar las fuentes de materiales como agregados pétreos legales y con licencia ambiental, puesto que se debe establecer las distancias de acarreo correctas para el cálculo de costos de transporte desde estas fuentes hasta el sitio de obra.
- En relación al apoyo en documentos técnicos o de ingeniería del proyecto se aportó en la elaboración del estudio de tránsito, diseño de estructuras de pavimento, proceso constructivo y plan de manejo de tránsito para todos o algunos municipios participantes del proyecto.
- Se comprendió la relevancia de la determinación del tránsito en el periodo de diseño de las vías, el cual se realizó por medio de conteos manuales en visitas durante la semana y fines de semana a las vías, ya que para este tipo de vías

urbanas es difícil contar con registros históricos. Esta variable fue usada posteriormente para definir los espesores de la estructura de pavimento.

- El proyecto contempló el diseño de estructuras de pavimento en concreto rígido y pavimento flexible, para el pavimento rígido el método de diseño utilizado fue el método de la PCA (Portland Cement Association) y el para el pavimento flexible el método de la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), en todo caso se tuvo en cuenta las recomendaciones dadas por el INVIAS en sus manuales de diseño. Además del tránsito en el periodo de diseño, otra variable fundamental en el diseño fue el ensayo de CBR determinando en el estudio de suelos, puesto que no sólo se usa en las ecuaciones de los métodos mencionados, sino que determina, el estrato de suelo con capacidad portante para cimentar la estructura de pavimento.
- El plan de manejo de tránsito es un requisito obligatorio para proyectos viales, donde se planean las actividades para mitigar el impacto generado por las obras de pavimentación, asegurando un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, ciclistas, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar. Se destaca la importancia de concertar las rutas alternas con las autoridades de tránsito y los medios de difusión local más efectivos para su implementación. Además, se deben costear las actividades del plan y tener en cuenta como un rubro del presupuesto del proyecto.
- Se aportó al proyecto con la elaboración de mapas, aprovechando bases de datos públicas y de la entidad con información geográfica, esto permitió construir información gráfica para la mejor comprensión de documentos técnicos, además de cumplir requisitos básicos como los planos de localización del proyecto, corroborando la potencialidad del manejo de datos geográficos en todo tipo de proyectos.
- Se resalta la necesidad de integrar a la población y a las entidades participantes del proyecto en el proceso de formulación y en especial en la etapa de identificación de problemáticas, ya que con ello se asegura que las soluciones planteadas tendrán un impacto y resolverán un problema real, además, que en este tipo de proyectos públicos las secretarías de planeación y alcaldes deben expedir certificados de tipo técnico, legal y administrativo que acredite que el proyecto está en concordancia con sus metas de gobierno y no tiene limitaciones para su desarrollo.
- Durante la elaboración del proyecto se presentaron cambios en la normatividad del Sistema General de Regalías, lo cual retrasó la presentación del proyecto

para su viabilidad, priorización y aprobación, de esta forma se evidencia la importancia de conocer el marco legal en la gestión de proyectos.

7 Referencias Bibliográficas

Arboleda, C.A. (2014). Formulación y evaluación de proyectos viales y de transporte. Facultad de Ingeniería, Universidad del Cauca, Colombia.

Arboleda, G. (2001). Proyectos: formulación, evaluación y control. Cali, Colombia: AC Editores.

Congreso República de Colombia. (2012). Ley 1530 de 2012. Por la cual se regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías.

Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2020). Mapa de Regalías. Recuperado de: www.maparegalias.sgr.gov.co

Ley 1530 de 2012. Diario Oficial de la República de Colombia No. 48.433, 17 de mayo de 2012.

Miranda, J.J.(2005). Gestión de Proyectos. Bogotá, Colombia: MM Editores.

8 Anexos

Anexo 1. Planos de localización

Anexo 2. Documento resumen del proyecto

Anexo 3. Estudios de tránsito y diseño de pavimento

Anexo 4. Proceso constructivo

Anexo 5. Planes de manejo de tránsito

Anexo 6. Presupuestos

Anexo 7. Mapas