



Estudio De Prefactibilidad Para Pavimentar 4 Kilómetros De La Vía Giraldo – Cuajaron,
Municipio De Giraldo Antioquia.

Nombres y apellidos completos del autor o autores

Jorge Alcónides Úsuga Carmona

Alexander Rojas Reyes

Carlos Adrián Lopez Viloría

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

mayo de 2023

Estudio De Prefactibilidad Para Pavimentar 4 Kilómetros De La Vía Giraldo – Cuajaron,
Municipio De Giraldo Antioquia.

Nombres y apellidos completos del autor o autores

Jorge Alcónides Úsuga Carmona

Alexander Rojas Reyes

Carlos Adrián Lopez Vilorio

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Genny Marcela Ortiz Ballesteros

Magister en Administración de organizaciones

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

mayo de 2023

Dedicatoria

A Dios, fuente de la vida y de quien proviene todo bien, A nuestras familias razón de nuestra existencia, motor de nuestras vidas, energía que nos impulsa, garantes de nuestros logros; pero en forma muy especial, a los que comparten nuestro techo: María Cristina, Sebastián, Esteban; a los cuales trasnochamos, silenciamos y gastamos parte de su tiempo para dedicarlo a esta especialización. A todos los profesionales que nos enseñaron con su excelente pedagogía cada curso y colegas de clase, con todos compartimos y nos llevamos las mejores experiencias y enseñanzas.

Contenido

Lista de tablas.....	7
Lista de figuras	10
Lista de anexos	12
Resumen.....	13
Abstract	14
Introducción	15
Resumen.....	15
1 Planteamiento del Problema	16
1.1 Descripción del Problema	16
1.2 Árbol de problemas.....	17
1.3 Formulación del Problema	17
2 Objetivos	18
2.2 Objetivo General	18
2.3 Objetivos específicos.....	18
3 Justificación.....	19
CAPÍTULO II	21
4 Marco referencial.....	21
4.1 Marco conceptual	21
Vías terciarias:	21
Pavimentación:.....	21
Estudio de Tránsito:	21
Geotecnia:	21
Infraestructura de transporte:	22
Hidráulica:	22
Hidrografía:	22
Hidrología:.....	22
Desarrollo rural:	22
Necesidades básicas insatisfechas:	22
4.2 Marco contextual	24

4.3	Marco legal.....	25
4.4	Marco Teórico	26
	Primarias (troncales):	27
	Secundarias (ramales departamentales):	28
	Terciarias (ramales veredales):	28
	CAPÍTULO III	29
5	Diseño Metodológico	29
5.1	Línea de investigación institucional	29
5.2	Eje temático.....	29
5.3	Enfoque de investigación y paradigma investigativo (cualitativo, cuantitativo)	29
5.4	Tipo de Diseño (experimental, no experimental)	29
5.5	Alcance (exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo)	29
5.5.1	Población y muestra.....	30
5.5.2	Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y información y datos. 30	
5.5.3	Plan de acción del proyecto	31
	CAPÍTULO IV	33
6	Resultados y Discusiones.....	33
6.1	Diagnóstico de la vía Giraldo Cuajaron con su longitud, ancho, pendiente, sitios críticos, obras de drenaje existentes y futuras.....	33
6.1.1	Localización y Descripción de la zona de estudio.....	33
6.1.2	Análisis.....	39
6.2	Estudios topográficos, geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, hidrográficos y de tránsito; necesarios para diseñar la pavimentación de los kilómetros 5.900 al kilómetro 9.900, de la vía Giraldo Cuajarón.	40
6.2.1	Levantamiento topográfico de la zona del proyecto	40
6.2.2	Estudio geotécnico y estudio de suelos municipio Giraldo.....	47
6.2.3	Estudio hidrológico e hidráulico.....	61
6.2.4	Estudio de tránsito	87
6.2.5	Análisis y evaluación del tránsito	90
6.2.6	Diseño de Geométrico.....	101
6.2.7	Análisis.....	105

6.3	Diseño de la pavimentación de la vía Giraldo cuajaron desde el kilómetro 5.900 al kilómetro 9.900.....	108
6.3.1	Diseño de Pavimento	108
6.3.2	Análisis.....	116
6.4	Evaluación financiera de la pavimentación de los kilómetros 5.900 al 9.900 de la vía Giraldo cuajarón.....	117
6.4.1	Presupuesto General del Proyecto.....	117
6.4.2	Cálculo de la Administración, Imprevistos y Utilidades	120
6.4.3	Factor Multiplicador para Caracterización Vial.....	124
6.4.4	Presupuesto de la Interventoría.....	125
6.4.5	Factor Multiplicador	127
6.4.6	Presupuesto plan general de manejo de tráfico señalización y desvíos.....	129
6.4.7	Cronograma y Flujo de Caja	131
6.4.8	Análisis de riesgos identificados.....	143
6.4.9	Características de la zona.....	144
6.4.10	Características de la zona.....	145
6.4.11	Análisis.....	148
	CAPÍTULO V	150
7	Conclusiones y/o recomendaciones	150
	Bibliografía	151
	Anexos.....	155
	Anexo 1. Concretos	155
	Anexo 2. Insumos	156
	Anexo 3. Programación de obra.....	158
	Anexo 4. Presupuesto del PAGA	159
	Anexo 5. Planos del diseño geométrico de proyecto.....	163
	Anexo 6. Presupuesto del PAPSO.....	164
	Anexo 7. Equipos.....	165
	Anexo 8. Análisis de precios unitarios APU.....	166

Lista de tablas

Tabla 1 Caracterización de la población por género.....	30
Tabla 2 Plan de acción del proyecto.....	31
Tabla 3 Tramo de vía a intervenir	34
Tabla 4 Relación de ensayos ejecutados.....	50
Tabla 5 Resumen de resultados de la clasificación del suelo.....	51
Tabla 6 Resultados de CBR in situ.	52
Tabla 7 Criterios para evaluar expansividad según la NSR-10.....	53
Tabla 8 Criterios para establecer el Potencial de Hinchamiento del suelo.	53
Tabla 9 Resultados de clasificación de Potencial de Hinchamiento del suelo	54
Tabla 10 Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.	55
Tabla 11 Resumen de la clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia CBR.....	55
Tabla 12 Coordenadas de Apiques realizados.	57
Tabla 13 Parámetros según Regiones del País.	67
Tabla 14 Datos de Precipitación máxima en 24 horas mensual de la estación meteorológica del IDEAM.....	68
Tabla 15 Períodos de retorno para el diseño de obras de drenaje vial.....	70
Tabla 16 Valores de intensidad de lluvia en mm/hora.	71
Tabla 17 Valores del Coeficiente de Escorrentía en Áreas rurales.....	73
Tabla 18 Valores de ancho impluvium para los tramos.....	75
Tabla 19 Tabla de pendientes	78
Tabla 20 Longitudes máximas de cuneta.....	81
Tabla 21 Caudal con período de retorno 10 años	87

Tabla 22 Tráfico vehicular Vía Giraldo – Cuajarón.	92
Tabla 23 Resumen Datos Obtenidos	94
Tabla 24 Factores de corrección por estacionalidad.....	95
Tabla 25 Proyección del tránsito al año de inicio del proyecto.....	97
Tabla 26 Proyección del tránsito al periodo de diseño.	98
Tabla 27 Factores equivalencia de Ejes Equivalentes	100
Tabla 28 Cálculo del factor camión.....	100
Tabla 29 Señales viales para implementación definitiva	104
Tabla 30 Número de ejes equivalentes de las vías del proyecto.....	110
Tabla 31 Calculo de espesor de subbase de la vía del proyecto.....	111
Tabla 32 Selección de barras de anclaje	114
Tabla 33 Dimensionamiento de barras de acero para el pavimento.....	115
Tabla 34 Presupuesto general del proyecto de Pavimentación Giraldo - Cuajarón.....	117
Tabla 35 Cálculo del AIU del proyecto	120
Tabla 36 Factor prestacional del presupuesto de obra.....	124
Tabla 37 Presupuesto de la Interventoría.....	125
Tabla 38 Factor Multiplicador para personal profesional, administrativo y técnico	127
Tabla 39 Presupuesto del plan de manejo de tránsito (PMT)	129
Tabla 40 Cronograma y Flujo de caja para el mes 1	131
Tabla 41 Cronograma y Flujo de caja para el mes 2.....	133
Tabla 42 Cronograma y Flujo de caja para el mes 3.....	135
Tabla 43 Cronograma y Flujo de caja para el mes 4.....	137
Tabla 44 Cronograma y Flujo de caja para el mes 5.....	139
Tabla 45 Cronograma y Flujo de caja para el mes 6.....	141

Tabla 46 <i>Matriz de medida de mitigación del área de estudio</i>	148
---	-----

Lista de figuras

Figura 1 <i>Árbol de problemas del proyecto</i>	17
Figura 2 <i>Población municipio de Giraldo - Antioquia, Proyecciones población 2018-2020</i>	30
Figura 3 <i>Localización general del municipio de Giraldo</i>	33
Figura 4 <i>Cabecera municipal de Giraldo</i>	34
Figura 5 <i>Abscisa K5+900 inicio del tramo del estudio</i>	35
Figura 6 <i>Abscisa K9+900 final del tramo del estudio</i>	35
Figura 7 <i>Estado actual de la vía a intervenir</i>	36
Figura 8 <i>Vía Giraldo – Manglar</i>	38
Figura 9 <i>Vía El Carmelo</i>	38
Figura 10 <i>Vía que conduce hacía el barrio Mesa</i>	39
Figura 11 <i>Toma de datos en campo</i>	43
Figura 12 <i>Instalación de deltas de apoyo</i>	44
Figura 13 <i>Levantamiento de curva horizontal</i>	45
Figura 14 <i>Toma de abscisas</i>	45
Figura 15 <i>Certificado de calibración de estación total</i>	46
Figura 16 <i>Perfil estratigráfico de la zona de estudio</i>	56
Figura 17 <i>Excavación Apique 1</i>	57
Figura 18 <i>Excavación Apique 2</i>	58
Figura 19 <i>Excavación Apique 3</i>	58
Figura 20 <i>Excavación Apique 4</i>	59
Figura 21 <i>Excavación Apique 5</i>	59
Figura 22 <i>Excavación Apique 6</i>	60

Figura 23 Ensayo PDC 1.	60
Figura 24 Ensayo PDC 3.	61
Figura 25 Mapa hídrico departamento de Antioquia.	63
Figura 26 Regiones en Colombia para definición de los parámetros a, b, c y d.....	66
Figura 27 Datos de Precipitación máxima en 24 horas mensual de la estación meteorológica del IDEAM.....	68
Figura 28 Curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia (Período de retorno T).	71
Figura 29 Detalle de la Cuneta.....	72
Figura 30 Ancho Impluvium.	74
Figura 31 Área mojada.....	76
Figura 32 Lámina de agua en la cuneta según las dimensiones.....	77
Figura 33 Curvas I-P-L para pendientes 0,5% al 7%.	80
Figura 34 Curvas I-P-L para pendientes del 8% al 12%.....	80
Figura 35 Planta y perfil de la alcantarilla típica.	82
Figura 36 Esquema de elementos geométricos de la tubería.....	83
Figura 37 Vehículo de diseño el camión C-3.....	99
Figura 38 Valores de la Velocidad de Diseño de los Tramos Homogéneos (VTR) en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno.....	102
Figura 39 Sección típica de la vía.	103
Figura 40 Sección de vía.....	113
Figura 41 Esquema de juntas.....	116

Lista de anexos

<i>Anexo 1. Concretos.....</i>	<i>155</i>
<i>Anexo 2. Insumos</i>	<i>156</i>
<i>Anexo 3. Programación de obra.....</i>	<i>158</i>
<i>Anexo 4. Presupuesto del PAGA</i>	<i>159</i>
<i>Anexo 5. Planos del diseño geométrico de proyecto.....</i>	<i>163</i>
<i>Anexo 6. Presupuesto del PAPSO</i>	<i>164</i>
<i>Anexo 7. Equipos</i>	<i>165</i>
<i>Anexo 8. Análisis de precios unitarios APU</i>	<i>166</i>

Resumen

Las vías terciarias desempeñan un papel crucial en el desarrollo sociocultural y la reducción de la pobreza en áreas rurales. En el caso del municipio de Giraldo, Antioquia, se requiere mejorar la vía Giraldo-Sierra-Sierrita-Cuajarón, vital para el circuito agroindustrial y la conexión con otras áreas. El tiempo de desplazamiento actual es de 1 hora y 30 minutos en un trayecto de 17 km en malas condiciones. El estudio de prefactibilidad busca diagnosticar la vía, elaborar estudios necesarios para su diseño, diseñar la pavimentación y realizar una evaluación financiera. Se busca encontrar una solución técnica, económica, social y ambientalmente adecuada, con posibilidad de financiamiento gubernamental. La pavimentación traería beneficios como el mejor transporte de la producción agropecuaria y el acceso a servicios, mejorando la calidad de vida de los habitantes rurales. Se destaca la importancia de aprovechar las convocatorias y recursos estatales para mejorar la vida de los campesinos y evitar la migración. También se enfatiza la necesidad de considerar el análisis de riesgo y la incorporación de medidas de mitigación desde la planificación inicial para evitar costos excesivos en la reconstrucción posterior.

Palabras claves

Vías terciarias; Pavimentación; Desarrollo rural; Giraldo

Abstract

Rural roads play a crucial role in sociocultural development and poverty reduction in rural areas. In the case of Giraldo municipality, Antioquia, there is a need to improve the Giraldo-Sierra-Sierrita-Cuajarón road, which is vital for the agro-industrial circuit and connectivity with other areas. The current travel time is 1 hour and 30 minutes for a 17 km journey in poor conditions. The pre-feasibility study aims to diagnose the road, conduct necessary studies for its design, design the pavement, and perform a financial evaluation. The goal is to find a technically, economically, socially, and environmentally suitable solution with potential government financing. Pavement would bring benefits such as improved transportation of agricultural and livestock products and access to services, enhancing the quality of life for rural inhabitants. Emphasizing the importance of leveraging government calls and resources to improve the lives of farmers and prevent migration. Additionally, highlighting the need to consider risk analysis and incorporate mitigation measures from the initial planning to avoid excessive costs in later reconstruction.

Keywords:

Rural roads, Pavement, Rural development, Giraldo.

Introducción

Resumen

Las vías terciarias desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y expansión del desarrollo sociocultural de las poblaciones, contribuyendo a la reducción de la pobreza en el territorio local. Estas vías son clave para desarrollar una economía sostenible, inclusiva y en línea con las nuevas tendencias de economía sustentable. El desarrollo de una red de vías transversales en Giraldo, Antioquia, busca estructurar un sistema de movilidad que promueva el desarrollo de la comunidad. Esta red de movilización integra el mercado de participación y garantiza el acceso a infraestructura básica insatisfecha. Para lograr este funcionamiento, es necesario contemplar la integración de mercados que conecten y visibilicen las nuevas realidades rurales con las iniciativas de infraestructura de cuarta generación (4G), creando un plan de acción que permita preservar y conservar la red vial existente.

El área rural del Municipio de Giraldo alberga aproximadamente el 70% de la población local, y se caracteriza por su desarrollo económico dispar y, en su mayoría, por el mal estado de las vías. Además de las deficiencias en las vías, se suma la falta de drenajes óptimos, un manejo precario y el abandono generalizado, lo que agrava la situación. Pavimentar una vía en esta área permitiría revitalizar las economías locales, junto con los nuevos factores que dificultan el acceso a estos centros poblados. Por otro lado, las vías terciarias o rurales posibilitan una red que impacta tanto en el ámbito económico como social. En otras palabras, esto facilita la creación de un mercado de consumo, un flujo migratorio, la presencia del Estado y una mayor productividad, generando un campo de oportunidades para el desarrollo de la región.

1 Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema

Las veredas Sierra, Sierrita y Cuajarón conforman el circuito productivo más importante del municipio de Giraldo desde el punto de vista Agroindustrial; además, esta vía también comunica con Santa de fe de Antioquia ingresando por el sector del corregimiento Tonusco Arriba y las veredas Churimbo, Yerbabuena, el Rodeo y la Aldea. En los últimos años, se ha evidenciado una necesidad de mejoramiento en las vías terciarias existentes en el municipio, ocasionado por la insuficiencia de mantenimiento periódico de las mismas en algunos casos y en otros la inexistencia absoluta de tales sistemas de conexión; tal fenómeno ha traído como consecuencia el aumento en los tiempos de viaje, la dificultad de movilizar productos agropecuarios, la dificultad para el acceso a bienes y servicios en las zonas urbanas tales como salud y educación, entre otros.

El tiempo de desplazamiento de las veredas, Sierra, Sierrita Y Cuajarón Quiebritas hacia el área urbana del municipio es 1 hora y 30 minutos en promedio para un trayecto de 17 km en malas condiciones, que impiden el tránsito a velocidad constante de los vehículos.

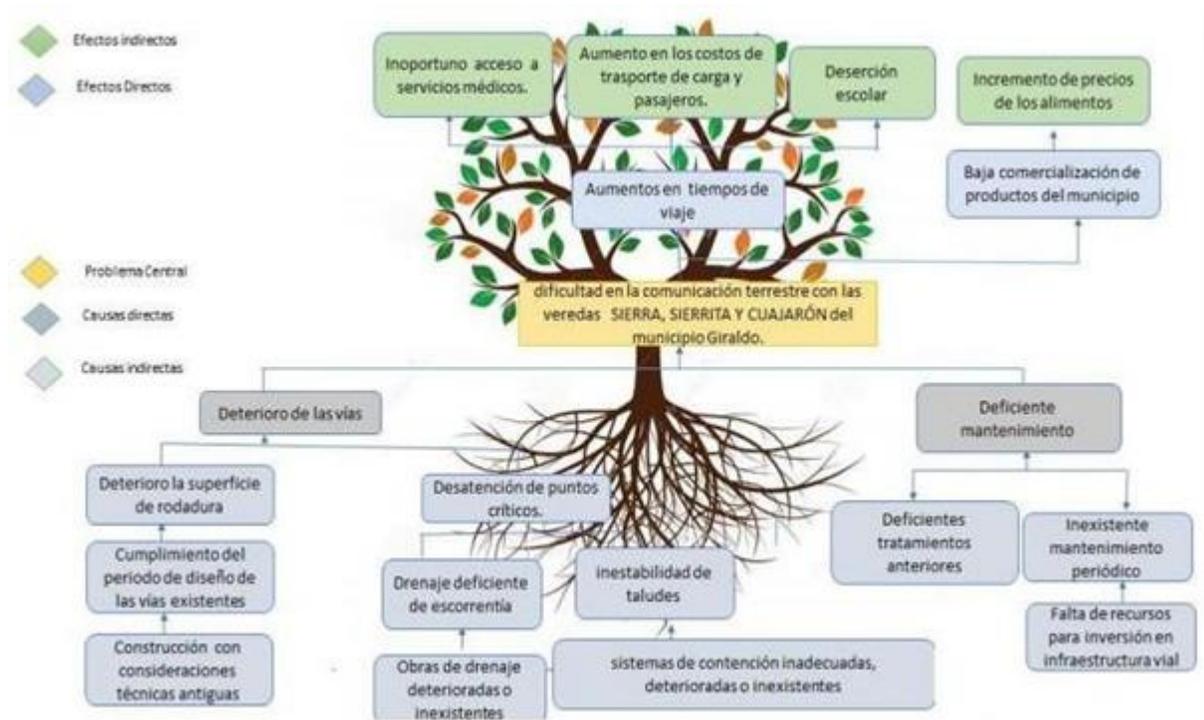
La falta de inversión en el mantenimiento de la red vial terciaria del municipio ha debilitado y representa una amenaza para las necesidades de comunicación de los pobladores rurales. Esta situación contribuye a la pobreza en el campo y al escaso crecimiento económico, ya que dificulta la conexión con los centros poblados y limita las oportunidades de desarrollo económico (Alcaldía Municipal de Puerto Asís, 2016). Según el artículo 2 de la Constitución política de Colombia, que aborda los fines esenciales del Estado, se establece como uno de los pilares fundamentales para la implementación de esta infraestructura el servicio a la comunidad, la promoción de la prosperidad general y la garantía de la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución.

1.2 Árbol de problemas

Árbol de problemas del proyecto.

Figura 1

Árbol de problemas del proyecto.



Nota: ilustra de manera visual las relaciones entre el problema central y sus causas

fundamentales. El problema central se representa en la parte superior del árbol, como la raíz, y se ramifica en diferentes causas, que a su vez se ramifican en subcausas más específicas. Fuente

propia

1.3 Formulación del Problema

¿Cuál sería el estudio de prefactibilidad más apropiado a la pavimentación de 4 kilómetros de vía terciaria en la vía Giraldo Cuajarón?

2 Objetivos

2.2 Objetivo General

Desarrollar un estudio de prefactibilidad para la pavimentación de 4 Km de la vía Giraldo Sierra Sierrita Cuajaron Municipio de Giraldo, Antioquia.

2.3 *Objetivos específicos*

- Realizar el diagnóstico de la vía Giraldo Cuajaron, determinando longitud, ancho, pendiente, sitios críticos, obras de drenaje existentes y futuras.
- Elaborar los estudios topográficos, geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, hidrográficos y de tránsito; necesarios para el diseño de la pavimentación de los kilómetros 5.900 al kilómetro 9.900, de la vía Giraldo Cuajarón.
- Diseñar la pavimentación de la vía Giraldo cuajaron desde el kilómetro 5.900 al kilómetro 9.900.
- Realizar la evaluación financiera de la pavimentación de los kilómetros 5.900 al 9.900 de la vía Giraldo cuajarón.

3 Justificación

Buscamos con este estudio de pre factibilidad, el diseño más apropiado desde un punto de vista técnico, económico, predial, social y ambiental, para que los habitantes de este circuito veredal, puedan gozar en un futuro cercano, de la pavimentación de esta vía terciaria; el estudio de pre factibilidad debe quedar tan sólido y estructurado que alguna entidad del orden gubernamental, cofinancie, al municipio de Giraldo y dar solución a estos problemas de movilidad en este circuito productivo y los campesinos puedan disfrutar de unos viajes a más velocidad y más cómodos donde se mejoren las condiciones de transporte de los campesinos habitantes de estas veredas y usuarios asiduos de esta importante vía veredal.

La pavimentación de este tramo de vía se busca mejorar el transporte de producción agropecuaria, reducir la dificultad de movilidad de la población en general afectada, sin una focalización específica, ya que todos los habitantes sin distinción de edad u otra condición se ve beneficiada con el desarrollo del proyecto, la mejora en las vías terciarias da mejor nivel de vida a las comunidades campesinas, permitiendo más ganancias en la comercialización de sus productos agrícolas, mejora en el nivel educativo al transitar los estudiantes y profesores por una vía sin huecos, polvo o pantano, permitiendo aumentar velocidad de los automotores disminuyendo así tiempo de transporte, lo cual permite aprovechar esta ganancia de tiempos en otras actividades productivas o de ocio.

Además debemos aprovechar la oferta institucional que desde el Ministerio del transporte, el Departamento de planeación nacional, Departamento de prosperidad social y la gobernación de Antioquia, sacan diferentes convocatorias dirigidas a pavimentación de circuitos productivos rurales y esta vía de Giraldo Cuajarón Santa fe de Antioquia cumple todos los requerimientos para dichas convocatorias y es muy importante tener dichos estudios en fase 3 para acceder a estos recursos del Estado Colombiano, dando así cumplimiento al mandato institucional de mejorar la vida de los

campesinos y evitar que estos se trasladen a engrosar los cordones de miseria en nuestras ciudades capitales.

El propósito de este estudio es abordar una situación específica dentro de un contexto determinado. Con este fin, se proporcionará una descripción de las características relevantes para el análisis, las cuales pueden servir como punto de referencia en futuras investigaciones similares dado que las carreteras secundarias este municipio y departamento comparten similitudes en términos de topografía, suelos, taludes, ancho de vía y cobertura vegetal. Al diseñar adecuadamente estas vías, podemos aprovechar las ventajas geográficas que brindan a las comunidades cercanas a ríos caudalosos y a proveedores de materiales de playa de calidad. Además, al tamizar las empresas productoras de agregados, podemos obtener precios asequibles para la construcción de un pavimento de calidad.

CAPÍTULO II

4 Marco referencial

4.1 Marco conceptual

La pavimentación de vías terciarias en el Municipio de Giraldo Antioquia es un proyecto que busca mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, al proporcionar una infraestructura de transporte segura, cómoda y eficiente. A continuación, se describen algunos conceptos clave relacionados con este proyecto:

Vías terciarias: Son aquellas carreteras o caminos que conectan las áreas rurales con las urbanas y que tienen menor tráfico que las carreteras principales. A menudo son utilizadas por vehículos de carga y transporte de pasajeros, así como por agricultores y residentes locales.

Pavimentación: Es el proceso de construcción de una superficie de rodadura firme y sólida en una carretera o camino. La pavimentación puede ser de diferentes tipos, incluyendo pavimento rígido o flexible, y se selecciona según las necesidades específicas del proyecto (Shao, 2020).

Estudio de Tránsito: Otros proyectos similares como los presentados por la Alcaldía de Puerto Asís (2016) demuestran que el análisis de tráfico es esencial para el progreso y desarrollo de proyectos viales o de carreteras. Este proceso consta de cuatro etapas fundamentales: recopilación y análisis de información, modelado de la situación actual y futura, predicción del tráfico y evaluación de posibles alternativas (Alcaldía de Puerto Asís, 2016).

Geotecnia: La geología aplicada se enfoca en investigar la composición y características de la capa más superficial de la corteza terrestre (Basu et al, 2015; Juang et al, 2019). Su objetivo es proporcionar información relevante para el diseño y construcción de diversas estructuras, como edificios, obras civiles y proyectos públicos (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005).

Infraestructura de transporte: Incluye la construcción y mantenimiento de carreteras, puentes, aeropuertos, puertos y otras estructuras que permiten el transporte de personas y mercancías (Dvořák et al, 2017). La infraestructura de transporte es vital para el desarrollo económico y social de una región.

Hidráulica: Ciencia que estudia el equilibrio y movimiento de los fluidos, para aplicarla a la conducción, contención, elevación y aprovechamiento de dichos fluidos, siendo el principal para las carreteras el agua (Hantush, 1964).

Hidrografía: La hidrografía implica el estudio y descripción de las propiedades físicas, distribución y comportamiento de las aguas en la superficie y subsuelo de la Tierra. Esto abarca la medición y cartografía de cuerpos de agua como ríos, lagos, lagunas, embalses y océanos, así como el análisis de su flujo, niveles, calidad y procesos hidrológicos relacionados (Haydarovich et al, 2023). La hidrografía es esencial para comprender y gestionar los recursos hídricos, así como para planificar y administrar actividades relacionadas con el agua, como la navegación, la gestión de cuencas hidrográficas y la conservación de los ecosistemas acuáticos (Haydarovich et al, 2023).

Hidrología: es la ciencia que se encarga del estudio de las aguas en la Tierra, incluyendo su distribución, movimiento y comportamiento en el ciclo hidrológico. Examina los procesos relacionados con la precipitación, la escorrentía, la evaporación, la infiltración, la recarga de acuíferos y la calidad del agua (Béjar, 2004).

Desarrollo rural: Se refiere al proceso de mejora de las condiciones de vida y trabajo en las zonas rurales, a través de la promoción de oportunidades económicas y sociales. La pavimentación de vías terciarias es un componente clave del desarrollo rural, ya que permite una mejor conectividad entre las áreas rurales y urbanas (Vargas Prieto y Rojas Mora, 2022).

Necesidades básicas insatisfechas: Según Castro Alfaro y colaboradores (2020) y Gimenez colaboradores (2021) el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas es un indicador que permite

evaluar el grado de vulnerabilidad de una sociedad en términos de servicios públicos, acceso a educación, dependencia económica de los hogares, condiciones de vivienda y hacinamiento. Este índice proporciona información crucial para identificar las áreas en las que se requiere mayor atención y mejorar la calidad de vida de la población.

Obras de Drenaje: Son conductos que se construyen para que el exceso de agua cruce de un lado a otro las obras lineales como carreteras y ferrocarriles, restituyendo la continuidad del cauce natural, Su forma es principalmente circular pero también se construyen cuadrados rectangulares y ovoides (Schmitt et al, 2004).

Predial: Según autores como Iregui-Bohórquez y Melo-Becerra (2004) se define como un tributo que se aplica a las propiedades inmobiliarias, como terrenos, casas, edificios o locales comerciales. El impuesto predial se basa en el valor catastral de la propiedad y su objetivo principal es recaudar fondos para financiar los servicios públicos y las infraestructuras locales, como la educación, el transporte, la recolección de residuos y el mantenimiento de vías públicas. Los propietarios de bienes inmuebles deben pagar este impuesto anualmente al municipio o entidad local correspondiente.

Participación ciudadana: La participación de la comunidad local es esencial para el éxito del proyecto de pavimentación de vías terciarias. La comunidad debe ser involucrada en todas las etapas del proyecto, desde la planificación hasta la construcción y el mantenimiento, para garantizar que sus necesidades y preocupaciones sean atendidas y que el proyecto sea sostenible a largo plazo.

Prefactibilidad: Desde la perspectiva de Cortes-Guzmán y López-Sánchez (2021), el análisis de prefactibilidad implica evaluar una idea de manera preliminar para determinar si es factible convertirla en un proyecto. Si se considera que la implementación de la idea es viable, esta se transformará en un proyecto que será sometido a un estudio de factibilidad más detallado.

Topografía: se refiere a las características físicas, formas y relieve que se encuentran en la superficie de un terreno. Estas características pueden ser descritas y representadas en un plano o dibujo. La topografía también es una ciencia que se dedica al estudio de los métodos y procedimientos utilizados para determinar las posiciones relativas de los puntos en la superficie y debajo de la tierra (Sherrington y Smith, 1987). Este estudio implica la combinación de tres elementos espaciales: la distancia, la elevación y la dirección.

4.2 Marco contextual

El Municipio de Giraldo se encuentra en el departamento de Antioquia, que es el departamento más poblado de Colombia y está ubicado en la región occidental entre el valle del Aburrá y el Urabá. Su topografía es quebrada y abarca todos los pisos térmicos. El enfoque de este estudio se centra en la vía Giraldo Cuajarón, una carretera situada entre los 1.950 y los 2.100 metros sobre el nivel del mar. Actualmente, se está trabajando en la pavimentación de la vía desde la cabecera municipal hasta el kilómetro 5+900, por lo que nuestro interés se centra en realizar un estudio de Prefactibilidad para los 4 kilómetros restantes.

Para llevar a cabo este tipo de estudios, es fundamental seguir las directrices establecidas por el Ministerio de Transporte y sus entidades adscritas, como el INVIAS (2009) y la Agencia Nacional de Seguridad Vial. Podemos hacer referencia a los Manuales de diseño geométrico de carreteras (Instituto Nacional de Vías, 2008), Manual de drenaje para carreteras (Instituto Nacional de Vías, 2009) y el Manual de señalización vial (Gerardo Ávila Rodríguez et al., 2015). Además, el director del INVIAS (2007) ha presentado un estudio titulado "El rol de las vías terciarias en la construcción de un nuevo país" (Correa Valderrama, 2017), que aborda la problemática de las vías terciarias en el país.

En el ámbito nacional, el DNP (Departamento Nacional de Planeación), el Ministerio de Transporte y el Invímas han elaborado un modelo para la formulación de proyectos de mejora de

vías terciarias que puedan ser implementados por las entidades territoriales, titulado "Modelo que facilita la formulación de un proyecto para la implementación de soluciones costo-eficientes para mejoramiento de vías terciarias" (INVIAS, 2009).

En la literatura de carreteras, encontramos una cartilla oficial elaborada por la Secretaría de Infraestructura del departamento de Antioquia, titulada "Obras de drenaje y protección para carreteras" (Secretaría De Infraestructura Física & Departamento De Antioquia., 2019).

Además, en el departamento de Cundinamarca, en los municipios de Funza y Cáqueza, se han llevado a cabo proyectos similares de Prefactibilidad en vías terciarias. Entre ellos se encuentran la "Propuesta técnica para el mejoramiento de la vía terciaria localizada entre barrio Villa Paúl y la vereda la punta en el municipio de Funza, Cundinamarca" (Duarte-Valero & Navarrete-Lara, 2021) y la "Propuesta de mejoramiento de la vía terciaria alterna que conduce del municipio de Cáqueza, comenzando en la variante, girón de blancos, hasta el sector conocido el alto de la virgen" (Romero Celis, 2022).

4.3 Marco legal

El municipio de Giraldo Antioquia, según "ARTICULO 311º—Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes" (Política, 1991).

LEY 105 DE 1993, "Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones" (Constituyente, 1991).

Resolución 0001376 de 2014, por la cual “se actualizan las especificaciones Generales de construcción para carreteras” (Trasporte, 2014).

Ley 715 2001, “por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros” (colombia c. , 2001).

LEY 336 DE 1996, “Por la cual se adopta el estatuto nacional de transporte” (colombia c. d., 1996).

4.4 Marco Teórico

Para desarrollar el estudio de Prefactibilidad que nosotros queremos llevar a cabo es muy importante entender de forma somera que es una pavimentación, sus tipos y que es una carretera y sus clasificaciones de acuerdo con la entidad que está a cargo.

En Colombia desde la Ingeniería Civil y la Ingeniería de Vías, podemos hablar de manera sencilla en la pavimentación de 2 tipos; pavimentación rígida (hormigón) y pavimentación flexible (mezcla asfáltica). El pavimento se diseña para transmitir al suelo las cargas dinámicas del tráfico vehicular que sobre esta cruzará y se construye mediante capas diseñadas y compactadas; de acuerdo con el tipo de suelo, que soportará la pavimentación y el tráfico vehicular. Es decir que el pavimento se soporta sobre la subrasante de la vía o suelo de la vía bajo el pavimento, que debe resistir el tráfico vehicular con sus cargas, velocidades y teniendo también en cuenta el periodo para el cual se diseña la vida útil, del pavimento o estructura artificial de contacto con el transporte vehicular.

El pavimento flexible se refiere a una combinación de asfalto y agregados pétreos que se utiliza en la construcción de carreteras. Según el autor Huang (2004), la estructura típica de un pavimento flexible se compone de varias capas, que incluyen capa de sellado, carpeta de rodadura,

capa ligante, base asfáltica, riego de imprimación, base, subbase y subrasante. La selección y uso de estas capas dependen de las necesidades específicas, las cargas esperadas y consideraciones económicas del proyecto.

El pavimento rígido o concreto (hormigón), es una mezcla de materiales estructurales principalmente un aglutinante (cemento) inmerso en agregado fino (arena) y agregado grueso (grava), el aglutinante o cemento tiene una reacción química con el agua y con la cantidad exacta de agregados y aditivos, da como resultado un material duro (hormigón) similar a la roca. Este tipo de pavimento absorbe la mayoría de los esfuerzos generados por las cargas de diseño, haciendo una mínima transmisión de esfuerzos a la subrasante. Su distribución la podemos resumir en: capa de concreto hidráulico (con o sin refuerzo de acero) – base – subbase y subrasante (mejorada o natural), según el tipo de subrasante y diseño del pavimento podemos omitir la base, la subbase o ambas.

Entendiendo lo que es una pavimentación, podemos exponer lo que es una vía o carretera y sus clasificaciones, según la funcionalidad o ente administrador de la misma; una carretera es una vía de comunicación, generalmente interurbana, de uso público, proyectada y construida para la circulación de vehículos; en Colombia las clasificamos en 3 órdenes, a saber:

Primarias (troncales): comunican departamentos o ciudades capitales entre sí y a Colombia con otros países, por ellas se mueve la economía nacional a través de pasajeros, productos agrícolas, industriales, mineros, etc. A través de ellas también se mueve el grueso de las exportaciones e importaciones nacionales, están a cargo de la nación, delegándolas en el ministerio de transporte y sus agencias descentralizadas, Agencia Nacional de Infraestructura e INVIAS (2008), desde el punto de vista de su administración, se pueden concesionar; estas vías deben estar pavimentadas en su totalidad de acuerdo con el Manual de diseño geométrico de carreteras (INVIAS, 2008).

Secundarias (ramales departamentales): Comunican ciudades capitales con sus municipios, municipios entre sí o vías primarias con cabeceras municipales. Su administración está a cargo de los departamentos a través de sus secretarías de infraestructura, su capa rodante puede estar pavimentada o en afirmado, según Manuales de diseño geométrico de carreteras (INVIAS, 2008).

Terciarias (ramales veredales): Estas carreteras comunican cabeceras municipales con zonas rurales o veredales y/o veredas entre sí, están a cargo de los municipios y sus secretarías de planeación y/u obras públicas, su capa rodante puede estar pavimentada o en afirmado. De acuerdo con el manual de diseño geométrico de carreteras (INVIAS, 2008).

CAPÍTULO III

5 Diseño Metodológico

5.1 Línea de investigación institucional

Innovaciones sociales y productivas.

5.2 Eje temático

Especialización en gerencia de proyectos.

5.3 Enfoque de investigación y paradigma investigativo (cualitativo, cuantitativo)

El estudio de prefactibilidad para pavimentar 4 kilómetros de la vía Giraldo – Cuajaron, Municipio de Giraldo, se clasifica como un tipo de investigación de enfoque mixta, ya que se emplean elementos cuantitativos como los costos estimados del proyecto, los beneficios económicos esperados, el tráfico actual y proyectado, la capacidad de carga de la vía, los tiempos de viaje, entre otros y cualitativos como la evaluación de impactos sociales y ambientales, la opinión de los residentes locales, las consideraciones culturales y cualquier otro factor que no pueda medirse de manera cuantitativa para evaluar la viabilidad del proyecto.

5.4 Tipo de Diseño (experimental, no experimental)

El presente estudio de prefactibilidad para pavimentar 4 kilómetros de la vía Giraldo – Cuajaron, Municipio de Giraldo Antioquia se clasifica como un diseño no experimental, ya que implica la recopilación y análisis de información existente para evaluar la viabilidad de un proyecto, en lugar de realizar experimentos controlados, encuestas o estudios de caso.

5.5 Alcance (exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo)

El tipo de investigación planteada es de carácter descriptiva, ya que está basada en la investigación, búsqueda de información y generación de una alternativa de solución a la problemática preexistente en el municipio de Giraldo Antioquia.

5.5.1 Población y muestra

La población objeto de estudio son todos los habitantes del municipio de Giraldo, Antioquia, Que de acuerdo con los datos proyectados por el DANE la población para el año 2020 es alrededor de 5750 habitantes, de los cuales 2216 viven en el área urbana y 3534 en el área rural.

La muestra poblacional está determinada por los siguientes grupos poblacionales:

Figura 2

Población municipio de Giraldo - Antioquia, Proyecciones población 2018-2020.

Departament		Nombre		Municipio		Nombre		Total			Cabecera			Centro Poblado y Rural Disperso		
05	Antioquia	05306	Giraldo	5.544	5.652	5.750	2.061	2.141	2.216	3.483	3.511	3.534				

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE., 2019)

Tabla 1

Caracterización de la población por género

Población por Genero		
Hombre	Mujer	Total
2943	2807	5750

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE., 2019)

5.5.2 Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos.

Se utilizaron fuentes secundarias obtenidas de revisión bibliográfica y documentación existente del Municipio de Giraldo, Antioquia del tema de estudio, en donde se hizo una búsqueda

y análisis documental de estudios técnicos anteriores, informes medioambientales, normativas y regulaciones, planos y otros documentos relevantes que respalden el análisis de viabilidad del proyecto

5.5.3 Plan de acción del proyecto

Tabla 2

Plan de acción del proyecto

Objetivos específicos	Actividades	Técnicas de investigación	Fuentes de investigación	Resultados
Realizar diagnóstico de la vía Giraldo Cuajaron, determinando longitud, ancho, pendiente, sitios críticos, obras de drenaje existentes y futuras	Localización, descripción de la zona de estudio, y antecedentes	Análisis documental	Fuente Secundarias	Diagnóstico y situación actual
Elaborar los estudios topográficos, geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, hidrográficos y de tránsito; necesarios para diseñar la pavimentación de los kilómetros 5.900 al kilómetro 9.900,	Levantamiento topográfico, estudio de suelos, geotécnico, hidrológico, de tránsito y diseño geométrico de vía	Análisis documental	Fuente Secundarias	Obtención de los parámetros necesarios para el diseño de la vía, pavimento y estimación de costos.

Objetivos específicos	Actividades	Técnicas de investigación	Fuentes de investigación	Resultados
de la vía Giraldo Cuajarón.				
Diseñar la pavimentación de la vía Giraldo cuajaron desde el kilómetro 5.900 al kilómetro 9.900	Análisis del tránsito, cálculo de cargas, dimensionamiento de la losa.	Análisis documental	Fuente Secundarias	Diseño de pavimento
Realizar la evaluación financiera de la pavimentación de los kilómetros 5.900 al 9.900 de la vía Giraldo cuajarón	Cálculo de los costos directos e indirectos, cálculo de los costos de interventoría, estimación del tiempo de ejecución y cálculo del flujo de caja	Análisis documental	Fuente Secundarias	Evaluación financiera y estimación de costos del proyecto

Fuente: Propias.

CAPÍTULO IV

6 Resultados y Discusiones

6.1 Diagnóstico de la vía Giraldo Cuajaron con su longitud, ancho, pendiente, sitios críticos, obras de drenaje existentes y futuras.

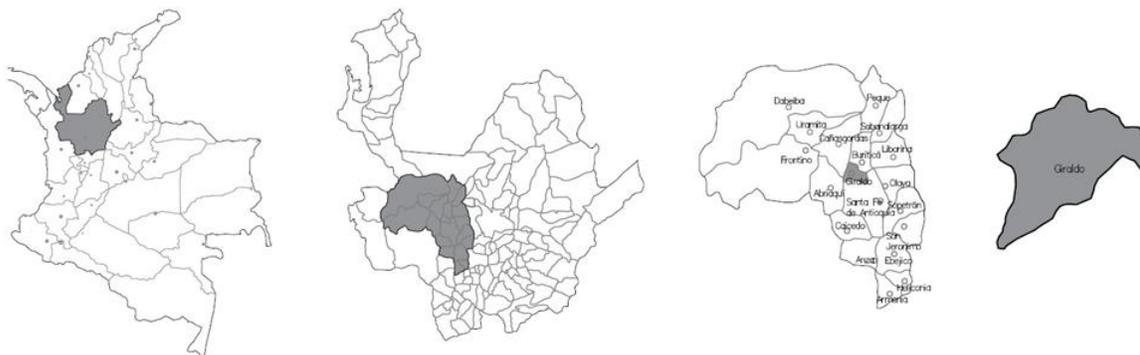
6.1.1 Localización y Descripción de la zona de estudio

6.1.1.1 Localización del municipio.

El proyecto se encuentra localizado en el Municipio de Giraldo en el departamento de Antioquia, específicamente en la Vía Cuajaron. En la Figura 3, se puede observar la ubicación de estas vías en el municipio. Asimismo, se observa la localización de las vías del proyecto.

Figura 3

Localización general del municipio de Giraldo



Nota: Localización general del municipio de Giraldo. Tomado de CORPOURABA (2022).

6.1.1.2 Descripción de la zona de estudio.

Giraldo es un Municipio de Colombia, localizado en la subregión del Occidente del Departamento de Antioquia. Cuenta con una población total de 5.544 habitantes, de acuerdo con el censo poblacional del DANE (2018).

El municipio de Giraldo se caracteriza por su amplio territorio rural, lo cual influye en su enfoque agropecuario. La economía, la sociedad y la cultura local se ven influenciadas en gran medida por este subsector. En Giraldo, las actividades agrarias son predominantes en comparación con las

pecuarias. Esto se debe a varios factores, como la falta de apoyo, altos costos de inversión y la necesidad de infraestructura, los cuales dificultan el desarrollo de la ganadería en la región (Yepes Quiróz et al, 2022).

Figura 4

Cabecera municipal de Giraldo



Nota: fotografía tomada de (Alcaldía Municipal de Giraldo - Antioquia, 2019)

El tramo por intervenir se presenta en la Tabla 3, con sus respectivas abscisas iniciales, finales y longitud.

Tabla 3

Tramo de vía a intervenir

MUNICIPIO	TRAMO DE INTERVENCIÓN	ABSCISAS		LONGITUD (m)
		Abscisa inicial	Abscisa final	
Giraldo	Giraldo - Cuajarón	K5+900,00	K9+900,00	4000,00

Nota: Información tomada de la Alcaldía Municipal de Giraldo - Antioquia (2019).

Figura 5

Abscisa K5+900 inicio del tramo del estudio.



Fuente: Propia.

Figura 6

Abscisa K9+900 final del tramo del estudio.



Fuente: Propia.

6.1.1.3 Antecedentes (diagnóstico técnico)

El proyecto se encuentra localizado sobre la vía conocida como Vía Giraldo – Cuajaron en el municipio de Giraldo, donde predominan las vías terciarias con una longitud total de 4 km donde su gran mayoría se encuentran sin pavimentar. La vía es de orden terciario y es de vital importancia para la zona. Las características de la superficie de esta vía y el tipo de suelo serán profundizadas en la Caracterización geotécnica y del suelo

Durante el periodo de lluvias en el año 2010, debido a la presencia del Fenómeno La Niña, se experimentaron fuertes precipitaciones que ocasionaron deslizamientos de tierra y daños en la infraestructura vial. Estos incidentes resultaron en el bloqueo de carreteras y la pérdida de terreno en algunas zonas, especialmente en las veredas Sierra, Sierrita y Cuajarón (Euscátegui y Hurtado, 2012). Como consecuencia, se produjeron dificultades en el suministro de alimentos básicos y en la comercialización de productos agrícolas, como el café, que es la principal fuente económica de la región. Además, la movilidad de las personas se vio afectada, dificultando el acceso a sus actividades diarias, como el trabajo, la salud y la educación (Euscátegui y Hurtado, 2012).

Figura 7

Estado actual de la vía a intervenir



Nota: Fuente: Propia.

6.1.1.4 Beneficios de la infraestructura vial para el progreso de los habitantes del campo.

La agricultura juega un rol fundamental en los territorios rurales, no solo como principal actividad económica, sino también como sustento para muchas comunidades. En este contexto, las vías de comunicación adquieren una importancia vital al permitir la apertura de nuevos mercados para los productos agrícolas y facilitar el acceso a insumos y bienes de capital necesarios para el desarrollo agrícola (Semana, 2019). En los últimos años, se ha observado un incremento significativo en los programas destinados a mejorar las vías de tercer orden en estas áreas rurales dado que se ha priorizado el uso de pavimento rígido y asfáltico en vías de bajo tránsito como estrategia para fomentar el desarrollo agrícola (Semana, 2019). Estos programas reconocen la relevancia de contar con infraestructuras viales de calidad, que posibiliten a los agricultores transportar sus productos de manera eficiente y segura, reduciendo costos y tiempos de viaje. La mejora de las vías rurales beneficia tanto a los agricultores como a las comunidades en general, facilitando el comercio, el acceso a insumos agrícolas y contribuyendo al desarrollo socioeconómico de las regiones rurales, promoviendo así la integración de los territorios y mejorando la calidad de vida de sus habitantes (Semana, 2019).

A continuación, se ejemplifican las vías pavimentadas existentes en el municipio, su localización, estado y número beneficiados, como evidencia de los esfuerzos locales por lograr la interconexión vial de sus centros rurales y en consonancia por el desarrollo del campo.

En la vía que conduce hacia el municipio de Giraldo se encuentra un tramo de 4500 más de pavimento asfáltico, la cual se encuentra en buen estado y beneficia 396 personas de este corregimiento.

Figura 8*Vía Giraldo – Manglar*

Nota: vía que conduce hacia el barrio de Carmelo se encuentra un tramo de 180mts de pavimento rígido, la cual se encuentra en buen estado y beneficia 229 personas de este barrio. Fuente: Propia.

Figura 9*Vía El Carmelo*

Nota: vía que conduce hacia el barrio la Mesa se encuentra un tramo de 150 m de pavimento rígido, la cual se encuentra en Buen estado y beneficia 166 personas de este barrio. Fuente: Propia.

Figura 10

Vía que conduce hacia el barrio Mesa



Fuente: Propia.

6.1.2 Análisis

El estado actual de la vía Giraldo - Cuajaron presenta condiciones regulares debido a la falta de mantenimiento rutinario con afirmado y a las condiciones climáticas adversas. La documentación recolectada revela que los tramos de intervención de la vía exhiben una superficie extremadamente irregular, con una abundante presencia de rocas de tamaño medio a grande. Además, no se ha establecido un ancho de banca definido, lo que ha generado condiciones precarias para la circulación vehicular. Tanto el estado de conservación como el material de la superficie de rodadura ejercen influencia sobre la velocidad y la seguridad de circulación de los vehículos. En este sentido, es evidente que se requiere una intervención urgente para mejorar las condiciones de esta vía, a fin de garantizar la seguridad y la eficiencia del tránsito vehicular. El

mantenimiento regular y la mejora de la superficie de rodadura son aspectos clave que deben abordarse para optimizar la velocidad y la seguridad de circulación en esta vía.

6.2 Estudios topográficos, geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, hidrográficos y de tránsito; necesarios para diseñar la pavimentación de los kilómetros 5.900 al kilómetro 9.900, de la vía Giraldo Cuajarón.

6.2.1 Levantamiento topográfico de la zona del proyecto

El objetivo de la topografía es medir la extensión del tramo vial con los accidentes topográficos del sector, tomando todos los datos necesarios para representar en un plano a escala todos los accidentes y en especial su forma.

Con el apoyo de una estación total CYGNUS KS-100 operada por un topógrafo, se inició el levantamiento, enseguida se procedió a recopilar los datos de las coordenadas para la realización de la poligonal y levantamiento de la vía, las referencias son debidamente materializadas en el terreno, estos deltas aparecen en el plano y se anexan en el presente informe.

El procedimiento para seguir en el trabajo de topografía está compuesto por dos etapas fundamentales.

- El trabajo de campo: Involucra la recolección de información o la identificación de ubicaciones específicas.
- El trabajo de oficina: Implica realizar operaciones matemáticas y crear representaciones gráficas.

Durante el proceso se determina la planimetría del terreno y la altimetría para un resultado de planta con curvas de nivel.

6.2.1.1 Equipo topográfico

Los trabajos topográficos fueron elaborados en su totalidad por:

- Edwin Alfredo Gallego Pérez - topógrafo

- Marlon Alexis Medina Granados - cadenero 1

El topógrafo se encarga de llevar a cabo las siguientes responsabilidades:

- Planificar y coordinar las distintas fases del trabajo tanto en campo como en oficina.
- Realizar las actividades requeridas para recopilar la información y llevar a cabo los cálculos necesarios, así como generar informes y planos pertinentes para el proyecto.

6.2.1.2 Actividades topográficas:

Se realiza la visita al municipio de Giraldo para ejecutar el levantamiento topográfico del tramo vial (vía vereda la sierra)

Tomando como referencia las características más significativas y los detalles más determinantes donde puedan variar las condiciones planimétricas y altiplanimétricas del terreno para así realizar la entrega de un producto manejable y con la información necesaria. El trabajo se realiza registrando en la estación total una considerable cantidad de puntos, los cuales se adjuntan en el informe topográfico para su debido procesamiento.

Con el fin de garantizar la importancia de los estudios realizados, se emplearon dispositivos electrónicos altamente precisos, como la estación total. Este instrumento permitió la recopilación de información codificada, la cual fue posteriormente convertida en datos que se introdujeron en programas informáticos para elaborar planos sectorizados utilizando el sistema CAD (Uno, 2019). La introducción de estos dispositivos y el uso de software de vanguardia facilitaron la obtención de resultados precisos y eficientes al generar planos detallados y sectorizados, lo cual contribuyó a mejorar la calidad y la precisión de los datos obtenidos durante el estudio.

El trabajo mancomunado y coordinado del equipo fue vital para el desarrollo de las labores inherentes al cargo; finalmente para enseñar en trabajo digital un producto en el que se pueda

analizar, escudriñar y/o evidenciar las diferentes características naturales y físicas del terreno que puedan contribuir a los proyectos futuros a ejecutar.

6.2.1.2.1 Metodología para las actividades topográficas

La metodología empleada en el proyecto "Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella en el municipio de Giraldo, departamento de Antioquia" se fundamenta en la adquisición de datos e información en el campo, seguida de un análisis posterior en un entorno de oficina. Esta metodología respalda el estudio topográfico llevado a cabo de acuerdo con las normas establecidas previamente (Estudio pavimentos santa rosa, 2015).

En el terreno, se realizaron mediciones, se identificaron puntos de interés y se recopiló información pertinente como parte del proceso de recolección de datos. Posteriormente, en la oficina, se realizó un análisis minucioso de los datos obtenidos mediante el empleo de técnicas y herramientas apropiadas (Estudio pavimentos santa rosa, 2015). Este análisis permitió obtener información precisa y detallada sobre el estado de las vías terciarias en el municipio de Giraldo.

Es relevante mencionar que el estudio topográfico fue desarrollado conforme a las normas y estándares establecidos para este tipo de proyectos (Estudio pavimentos santa rosa, 2015). Esto garantiza la calidad y la confiabilidad de los resultados obtenidos, así como la coherencia y precisión de los planos y la información generada.

Recopilación y análisis de la información

Se recopilaron datos en campo relacionados con el proyecto, también los resultados de la inspección y el reconocimiento del sitio.

6.2.1.2.2 Materiales y equipos:

Los materiales utilizados en el levantamiento se relacionan a continuación.

- Estación total
- Prisma

- Baterías
- Cámara fotográfica
- Machete
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Estacas
- Bastón
- Maseta
- Puntillas
- Pintura

Con el desarrollo de la actividad tal como se explica en el presente informe, se demuestra la responsabilidad con la que se ejecuta el trabajo, dados los instrumentos de alta precisión y de gama alta en el mercado actual de equipos de topografía y la metodología adecuada. Aspectos que afirman que el trabajo es altamente confiable acorde a las exigencias modernas y de las especificaciones requeridas.

Figura 11

Toma de datos en campo



Fuente: Propia.

Figura 12

Instalación de deltas de apoyo.



Fuente: Propia.

Figura 13

Levantamiento de curva horizontal



Fuente: Propia.

Figura 14

Toma de abscisas



Fuente: Propia.

Figura 15

Certificado de calibración de estación total

INSOLTOP		CERTIFICADO DE CALIBRACION				
Ingeniería y Soluciones Topográficas Nit. 900.774.364-1		ESTACION TOTAL N° IST-2230				
Fecha de Expedición:	31-ago.-2021	Recomendamos calibrar:	2-mar.-2022			
DATOS DEL CUENTE						
Norm/Cliente:	EDWIN ALFREDO GALLEGÓ PÉREZ	Nit:	1020421155			
Ciudad:	MEDELLIN	Dirección:	CRA 92A 91 36			
TELEFONO:	3234864835					
DATOS DEL INSTRUMENTO						
Tipo de Equipo:	ESTACION TOTAL	Marca:	CYGNUS			
Referencia:	KS 102	Serie:	HV2148			
Precisión Ang:	5 SEG	Precisión en distancia:	+/-3MM+2PPM			
Aproximación en distancia:	1 MM					
1 (A) Perfecto estado de funcionamiento 2 (B) se efectuó mantenimiento preventivo (correctivo)		3 (C) se efectuó mantenimiento correctivo (Reparación o cambio) 4 (N/A) No revisado por tanto no aplica				
Nivel circular	B	Plomada Óptica	B			
Nivel tubular	B	Plomada la ser	N/A			
Base nivelante	A	Eje horizontal	A			
Tornillo de fijación Horiz	A	Cargador	A			
Tornillo de fijación Vert	A	Baterías	A			
Display y funciones	A	Prisma con porta prisma	N/A			
Sistema de compensador elect X, Y	B	Ojo de pollo del bastón	N/A			
Sistema de enfoque, lentes	A	Sistema EDM	A			
Colimación horizontal, vertical	A	Constante del prisma	-30			
Verticalidad	A	Constante de PPM	49.7			
INSOLTOP S.A.S Certifica que el equipo fue sometido al proceso de confirmación metrológica, calibrado y ajustando según lo establecido en manuales de usuarios y reparación expedidos por el fabricante, y teniendo como base fundamentada los procedimientos establecidos para verificación en campo según la norma 17123 y sus 8 numerales. el propietario debe hacer sus respectivos chequeos antes de iniciar cualquier trabajo.						
MEDIDAS DE ENTRADA						
INSPECCION ANGULO HORIZONTAL						
	Lectura Directa	Lectura inversa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	00°00'00	180°00'10	00°00'10	180°00'00	00°00'05	00°00'05
INSPECCION ANGULO VERTICAL						
	Lectura Directa	Lectura inversa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	90°00'00	180°00'34	00°00'34	360°00'00	00°00'05	00°00'29
INSPECCION EN DISTANCIA						
	Lectura Directa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia	
Lecturas	12,728	0,002	12,730	0,001	0,001	
MEDIDAS DE SALIDA						
INSPECCION ANGULO HORIZONTAL						
	Lectura Directa	Lectura inversa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	00°00'00	180°00'00	00°00'00	180°00'00	00°00'05	00°00'00
INSPECCION ANGULO VERTICAL						
	Lectura Directa	Lectura inversa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	90°00'00	270°00'00	00°00'00	360°00'00	00°00'05	00°00'00
INSPECCION EN DISTANCIA						
	Lectura Directa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia	
Lecturas	12,730	0,000	12,730	0,001	0,000	
CONDICIONES AMBIENTALES						
Temperatura						
23	Grados	640	mmHg			
"Este certificado no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos"						
"Insoltop S.A.S no acredita en esta certificación propiedad del instrumento descrito"						
PATRON UTILIZADO, COLIMADOR MODELO W420-3 SERIE N° 1167, NIVEL WILD N2 148892						
PRECISION (+/-2.0MM KM2) 28X.						
	Ahora puedes verificar la vigencia de tu certificado con lector de código QR					
	 BRUNO DANIEL CUEVAS RIVERA Técnico Especializado					

6.2.2 Estudio geotécnico y estudio de suelos municipio Giraldo

Para la pavimentación del tramo de la Vía terciaria Giraldo - Cuajarón es necesario conocer las características del suelo para poder determinar las especificaciones de la estructura de rodadura y de la base que sirven de mecanismos de transmisión de carga al suelo.

Para este caso se hacen los diferentes trabajos de campo, a través de ensayos PDC - Penetrómetro Dinámico de Cono y posterior cálculo del CBR (California Bearing Ratio). Una vez conocidos estos valores de campo se procede a realizar una descripción y análisis detallado de las características y propiedades mecánicas del suelo de soporte de la base y de la losa de concreto hidráulico.

En este apartado se exponen las recomendaciones para el suelo sobre el cual estará soportada la vía, basándonos en los datos obtenidos durante la investigación del subsuelo y los análisis de laboratorio realizados en las muestras de suelo recopiladas en el terreno.

La primera etapa del estudio está relacionada con un proceso investigativo llevado a cabo a través de una exploración de campo (inspección visual y toma de muestras), así como también los ensayos de laboratorio realizados con sus respectivos resultados.

La segunda etapa está relacionada con el análisis de datos obtenidos, tanto en campo como en el laboratorio, con base a ellos se definirán los parámetros de diseño para la estructura de pavimento rígido aplicables para el "Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito" del INVIAS (2009).

6.2.2.1 Metodología estudio de suelos

El proceso metodológico seguido para el desarrollo del presente estudio se basó en las siguientes actividades:

6.2.2.1.1 *Recolección de información secundaria.*

Comprendió la recolección, análisis y condensación de información secundaria existente y disponible relativa a estudios técnicos efectuados anteriormente, información geológica, hidrológica, geotécnica y topográfica.

Inicialmente se hace una recopilación y filtro de información existente, tales como estudios e informes técnicos relacionados con el tema en cuestión.

En este caso se recopiló la información relevante publicada por instituciones como el Servicio Geológico Nacional (antiguamente INGEOMINAS), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

6.2.2.1.2 *Reconocimiento de campo*

Se realizaron recorridos a lo largo de las vías, realizando la identificación y cartografía de formaciones litológicas, unidades geológicas superficiales, horizontes edáficos, procesos morfodinámicos y unidades geomorfológicas (reconocimiento a cargo de profesionales de geología y geotecnia).

6.2.2.1.3 *Procesamiento y análisis de la información recolectada*

Se procesará conjuntamente la información obtenida en campo, con fotografías aéreas, modelos de elevación digital (DEM) y procesamiento en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se elabora un modelo geológico y geotécnico que contiene la distribución espacial de los materiales y sus propiedades geotécnicas e hidráulicas. Este modelo posibilita la realización de análisis numéricos cuyos resultados son la base para el diseño de las vías.

6.2.2.2 *Caracterización geotécnica y del suelo*

6.2.2.2.1 *Caracterización geotécnica*

La zona de estudio del municipio de Giraldo se encuentra geológicamente enmarcada dentro del Grupo Cañasgordas – Formación Penderisco, areniscas y arcillolitas. Ésta se compone

especialmente de rocas volcánicas a intermedias de la formación Barroso, las cuales presentan diferentes grados de meteorización; la roca se descompone generando suelos limo arenosos de poca cohesión.

Además, las unidades geomorfológicas observadas en la zona de estudio corresponden a pendientes muy altas a escarpadas, evidenciándose procesos morfodinámicos marcados en las unidades de laderas de lomos y facetas triangulares. Estos procesos morfodinámicos encontrados en el tramo vial estudiado corresponden principalmente a procesos de movimientos en masa tales como desgarres superficiales activos y deslizamientos inactivos. Sin embargo, tal como se establece en el informe de Estudio Geológico del proyecto para el municipio en estudio, estos desgarres no ponen en riesgo la estabilidad de la vía en las condiciones actuales observadas.

6.2.2.2 *Ensayos in situ y de laboratorio*

Para la caracterización del suelo de la zona de estudio se hicieron seis (6) apiques a una profundidad de 1.5 metros medidos a partir del nivel natural del terreno y un diámetro aproximado de 30 cm, separados una distancia de 250 metros. Se recuperan muestras de suelos para ser analizadas en laboratorio y de esta forma estimar sus propiedades físicas, representando así las condiciones reales del suelo de la forma más aproximada posible. Los ensayos realizados para conocer las propiedades físicas fueron: Clasificación granulométrica, límites de Atterberg (límite líquido y plástico) y el ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono in situ (PDC). El propósito de los trabajos de campo es reconocer las características físico-mecánicas de los materiales del terreno de fundación. En la Tabla 4 se relaciona el total y el tipo de ensayos ejecutados.

Tabla 4*Relación de ensayos ejecutados.*

Ensayo	Cantidad ejecutada
Clasificación granulométrica (Laboratorio)	6
Límite líquido (Laboratorio)	6
Límite plástico (Laboratorio)	6
Penetrómetro Dinámico de Cono in situ (PDC)	6

Fuente: Propia.

Estas muestras representativas fueron sometidas de acuerdo con los lineamientos del título H de la NSR-10.

El análisis granulométrico se empleó para determinar la distribución de las partículas del suelo según su tamaño, utilizando el método de tamizado. Se aplicaron las clasificaciones Unificada y AASHTO junto con el índice de grupo correspondiente (Procivil LTDA Ingenieros civiles, 2007).

El límite plástico de los suelos se definió como la humedad mínima necesaria para que el suelo recupere su capacidad de deformación sin recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.

Asimismo, el límite líquido se estableció como el contenido de humedad máximo que el suelo puede tener sin transitar del estado plástico al líquido, donde la resistencia al corte del suelo es tan baja que fluye con un esfuerzo leve. El índice de plasticidad se determinó como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, y refleja el grado de contenido de humedad en el que el suelo se mantiene en estado plástico antes de alcanzar el estado líquido (Procivil LTDA Ingenieros civiles, 2007).

Para evaluar la resistencia in situ de los suelos inalterados o compactados, se realizó el ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC), que proporcionó un valor de CBR como indicador de la resistencia del suelo (Procivil LTDA Ingenieros civiles, 2007).

6.2.2.3 Resultados laboratorio de suelos

6.2.2.3.1 Clasificación del suelo (plasticidad y granulometría)

La etapa de laboratorio busca complementar las labores de campo, en ese sentido las muestras obtenidas del suelo de apoyo se han clasificado de acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.), en la Tabla 5 se presenta el resumen de los resultados de los ensayos de clasificación.

Tabla 5

Resumen de resultados de la clasificación del suelo

Vía	Apiques	Abscisa	LL	LP	IP	% Pasa N° 4	% Pasa N° 200	S.U.C.S.
Vía Giraldo - Cuajará	AP-1	K 6+250	30	19	11	85	33.6	SC
	AP-2	K 6+850	36	26	10	86	28.8	SM
	AP-3	K 7+450	29	20	9	88	43.6	SC
	AP-4	K 8+050	34	23	11	97	76.3	CL
	AP-5	K 8+650	35	22	13	85	33.2	SC
	AP-6	K 9+250	38	25	13	96	73.2	CL

Fuente: Propia.

Con base en los resultados de laboratorios obtenidos, se puede determinar que el tipo de suelo predominante en la zona de estudio es arena arcillosa de color café (SC) Arena arcillosa color café.

6.2.2.3.2 Cálculo de CBR

A partir de las lecturas tomadas en campo correspondientes al ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono se determina el valor del CBR (California Bearing Ratio) del suelo, por medio de las siguientes correlaciones establecidas en la Norma INV. E-172:

$$CBR = \frac{292}{(PDC)^{1.12}}$$

La aplicación de esta ecuación es válida para la mayoría de los tipos de suelo, con excepción de aquellos que se clasifiquen como CL y presenten un CBR inferior a 10, así como los suelos tipo CH. En el caso específico de los suelos tipo CL con un CBR menor a 10:

$$CBR = \frac{1}{(0.017019 * PDC)^2}$$

Suelos CH:

$$CBR = \frac{1}{0.002871 * PDC}$$

Se obtuvieron valores relativos de soporte CBR promedio de 9% en los apiques por lo que se determina que no es necesario hacer un mejoramiento en la subrasante ya que en cada tramo de vía el valor del CBR es mayor de 3% y cumple con lo descrito en el “Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito” del INVIAS (2009). En la Tabla 6 se presenta el resumen de resultados para el cálculo de CBR in situ.

Tabla 6

Resultados de CBR in situ.

Vía	N° PDC	Apiques	Abscisa	CBR %
Vía Giraldo - Cuañarón	1	AP-1	K 6+250	14.54
	2	AP-2	K 6+850	5.32
	3	AP-3	K 7+450	14.48
	4	AP-4	K 8+050	3.72
	5	AP-5	K 8+650	12.73
	6	AP-6	K 9+250	3.55

Fuente: Propia.

6.2.2.3.3 *Expansividad*

La expansividad se refiere a la capacidad de contracción de los suelos cuando pierden humedad y su capacidad de expansión cuando la recuperan. La evaluación de la expansividad se basa en diversos criterios, como los establecidos en el título H de la NSR10 en su capítulo H.9.1.3. Para este análisis, se consideran los límites de Atterberg, los cuales se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7

Criterios para evaluar expansividad según la NSR-10

Potencial de expansión	Expansión (%)			Índice de plasticidad IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores a una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
	medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm ²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)			
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 – 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Fuente: Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (1997).

A su vez en el “Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito” se establecen los siguientes criterios para establecer el hinchamiento Potencial del suelo estudiado, los cuales se pueden evidenciar en la Tabla 8.

Tabla 8

Criterios para establecer el Potencial de Hinchamiento del suelo.

LL (%)	IP (%)	Clasificación del hinchamiento Potencial
> 60	> 35	Alto
50 – 60	25 - 35	Marginal

LL (%)	IP (%)	Clasificación del hinchamiento Potencial
50 <	< 25	Bajo

Nota: esta tabla representa el potencial de expansión, tomada Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (1997).

Tomando los resultados para todas las muestras se determina el potencial de hinchamiento para cada una de ellas. Esto se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9

Resultados de clasificación de Potencial de Hinchamiento del suelo

Vía	Abscisa	LL	LP	IP	S.U.C.S.	Potencial de hinchamiento
Vía Giraldo -Cuajarón	K 6+250	30	19	11	SC	Bajo
	K 6+850	36	26	10	SM	Bajo
	K 7+450	29	20	9	SC	Bajo
	K 8+050	34	23	11	CL	Bajo
	K 8+650	35	22	13	SC	Bajo
	K 9+250	38	25	13	CL	Bajo

Fuente: Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (1997).

Por lo tanto, se establece que el suelo del área de estudio se encuentra con un potencial de hinchamiento bajo.

6.2.2.3.4 Clasificación subrasante

Según la Tabla 2-13 de clasificación de la resistencia de la subrasante, presente en el "Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito" (ICPC - Medellín. 2008). Se establecen cinco categorías de fundación de acuerdo con su

capacidad de soporte (CBR), que van desde S1 hasta S5. En la Tabla 10 se resume la clasificación de la subrasante según el CBR para cada tramo de la vía (ICPC - Medellín. 2008).

Tabla 10

Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Clase o Tipo	CBR (%)
S1	<2
S2	2 – 5
S3	5 – 10
S4	10 – 20
S5	>20

Fuente: Propia.

Tabla 11

Resumen de la clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia CBR.

Municipio	Nombre de la vía	Cbr %	Clase o tipo
Giraldo	Vía Giraldo – Cuajarón	3,55	S2

Fuente: Propia.

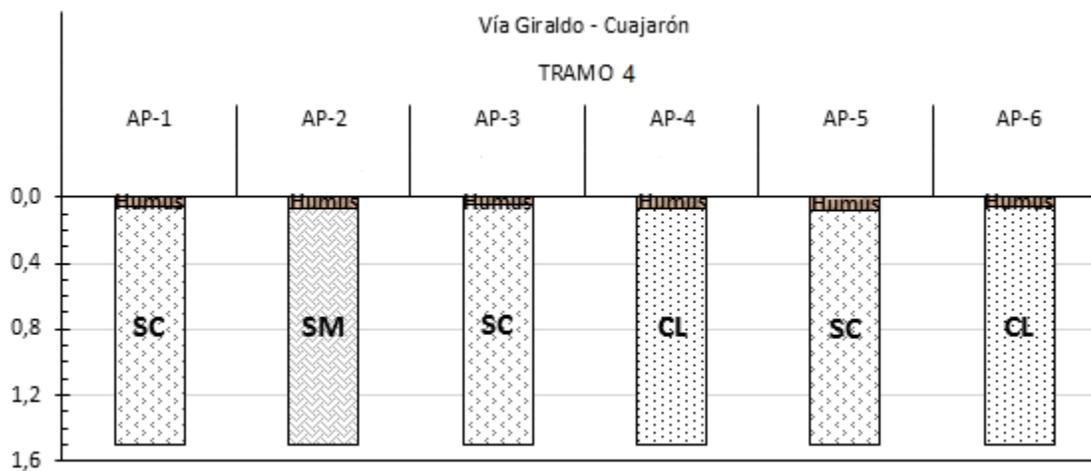
6.2.2.4 Perfil estratigráfico

El perfil estratigráfico se definió con base al reconocimiento en campo y en la descripción cualitativa de las capas visualizadas en los apiques a una profundidad 1.5 m; posteriormente se toman muestras de suelos para determinar el tipo de material que subyace el terreno.

Sobre la extensión de la zona de estudio se encontraron tres tipos de suelo; el suelo predominante en los apiques corresponde a un suelo de tipo SC (Arena arcillosa), también se encontró suelos de tipo CL (Arcilla de baja plasticidad con arena de color café) y tipo SM (Arena limosa). En la Figura 16, se presenta un esquema del perfil estratigráfico correspondientes a los apiques realizados en campo.

Figura 16

Perfil estratigráfico de la zona de estudio



Nota: perfil estratigráfico de la zona de estudio, Fuente: Alcaldía Municipal de Giraldo - Antioquia. (2019).

6.2.2.4.1 Posición del nivel freático

En los apiques realizados a 1.5 metros de profundidad no se evidencia presencia de agua. Este nivel freático no incide en la estabilidad y calidad geotécnica de los terrenos de la zona y no afecta de ningún modo las excavaciones que se necesiten realizar para el mejoramiento de la vía proyectada.

6.2.2.4.2 Localización de los apiques

Durante la toma de muestras se tomaron las coordenadas de cada Apique para su localización, las cuales se relacionan en la Tabla 12.

Tabla 12*Coordenadas de Apiques realizados.*

Vía	Apiques	Abscisa	Norte	Este
Vía Giraldo - Cuajarón	AP-1	K 6+250	735968.610	395584.198
	AP-2	K 6+850	735787.140	395513.564
	AP-3	K 7+450	735647.362	395631.200
	AP-4	K 8+050	735535.550	395823.844
	AP-5	K 8+650	735349.961	395748.151
	AP-6	K 9+250	735341.104	395990.818

Fuente: propia.

Figura 17*Excavación Apique 1.*

Fuente: propia

Figura 18*Excavación Apique 2*

Fuente: propia

Figura 19*Excavación Apique 3*

Fuente: propia

Figura 20*Excavación Apique 4*

Fuente: propia

Figura 21*Excavación Apique 5*

Fuente: propia

Figura 22

Excavación Apique 6



Fuente: propia

Figura 23

Ensayo PDC 1.



Fuente: propia

Figura 24

Ensayo PDC 3.



Fuente: propia

6.2.3 Estudio hidrológico e hidráulico

El estudio hidráulico e hidrológico elaborado en este documento, presenta las variables de precipitación en esta región, las cuales fueron consultadas de mapas y datos de precipitación consignados en las diferentes estaciones pluviométricas de propiedad del IDEAM. Según este registro, se encontraron los datos de intensidad de lluvia y caudal de diseño que permiten realizar el cálculo y verificación hidráulica de las obras de drenaje longitudinal y transversal que forman el sistema de direccionamiento y drenaje de las aguas superficiales. Todos estos resultados, además los presentados como dimensionamiento de las obras de drenaje se presentan en el documento.

6.2.3.1 Alcance

El alcance se limita tanto a escala espacial como temporal. A escala espacial, el estudio se limita al tramo de vía definido dentro de los límites de intervención. A escala temporal los análisis

se realizan con la información disponible el Mapa de Lluvias máximas absolutas en 24 horas del IDEAM.

Se considera que este periodo de análisis es suficiente extenso para abarcar épocas secas y épocas húmedas en la zona, es decir, reflejar la variabilidad hidrológica.

Dentro del sector definido bajo los anteriores criterios, el alcance de los diseños cubre la proyección de todas las obras necesarias para captar, transportar y disponer todas las aguas superficiales que aseguren un adecuado drenaje de la zona.

6.2.3.2 Hidrografía Antioquia

Según el estudio de pavimentos realizado en Santa Rosa (2015), se destaca la ubicación geográfica de Antioquia, la cual está influenciada por diferentes fuentes de agua. Al norte, se encuentra bañada por el mar Caribe, lo que les brinda acceso a sus costas. Hacia el occidente, la región recibe la humedad proveniente del océano Pacífico, especialmente en las zonas selváticas. En términos de su red hidrográfica, Antioquia cuenta con una gran cantidad de ríos que son fundamentales para su potencial hidrográfico e hidroeléctrico. Entre los ríos más destacados se encuentran el Atrato, que actúa como una frontera natural con el departamento del Chocó; el Cauca, que atraviesa el departamento y separa las cordilleras occidental y central en su núcleo; y el Magdalena, que sirve como límite con el departamento de Santander en la parte oriental de la región. Estas características geográficas y fluviales contribuyen significativamente al entorno natural y a los recursos hídricos de Antioquia.

y constituye una ventana húmeda hacia la cuenca del Pacífico en un sector del Valle del Cauca. A partir de este punto, el territorio se divide en dos ramales, uno hacia el oriente y otro hacia el sur, mientras que la quebrada La Puná comienza su rápido descenso hacia el oriente y se convierte en el Río Tonusco (Municipio de Giraldo, Antioquia. 2016).

El sistema hidrográfico del municipio está conformado por varias cuencas, entre las cuales destacan la Quebrada La Puná y la Quebrada La Cuajarona, consideradas de importancia regional, y las cuencas de menor escala como la Quebrada Monteros, la Quebrada Quimara y la Quebrada El Balso, que desembocan en el Río Tonusco (Municipio de Giraldo, Antioquia. 2016). El Río Tonusco es el principal cuerpo de agua superficial y recibe las aguas del sur de Giraldo, en su encuentro con el Río Cauca en el municipio de Santa Fe de Antioquia. Entre sus afluentes se encuentran la Microcuenca Quebrada La Molina, la Microcuenca Quebrada La Cuajarona y la Microcuenca Quebrada La Puná, esta última abarcando una extensión de aproximadamente 48 km² y drenando varias quebradas y afluentes estacionales.

Además, se encuentran otras microcuencas de menor relevancia, como las Quebradas Monteros, Quimara y El Balso, ubicadas en diferentes veredas del municipio y que suministran agua a los acueductos rurales. Estas características hidrográficas juegan un papel fundamental en el entorno natural de Giraldo y determinan la disponibilidad y gestión del recurso hídrico en la región (Municipio de Giraldo, Antioquia. 2016).

6.2.3.4 Intensidad de la lluvia

Según Corzo Oviedo y Pinilla Mora (2015) para determinar la intensidad de la lluvia, se utilizará una metodología simplificada basada en las curvas intensidad-duración-frecuencia. Esta metodología se encuentra descrita en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS (2007), el cual sugiere emplear la precipitación máxima promedio anual durante 24 horas. Para calcular la intensidad, se aplicará la expresión siguiente:

$$i = \frac{a * T^b * M^d}{(t/60)^c}$$

Donde:

i: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h). T: Periodo de retorno, en años.

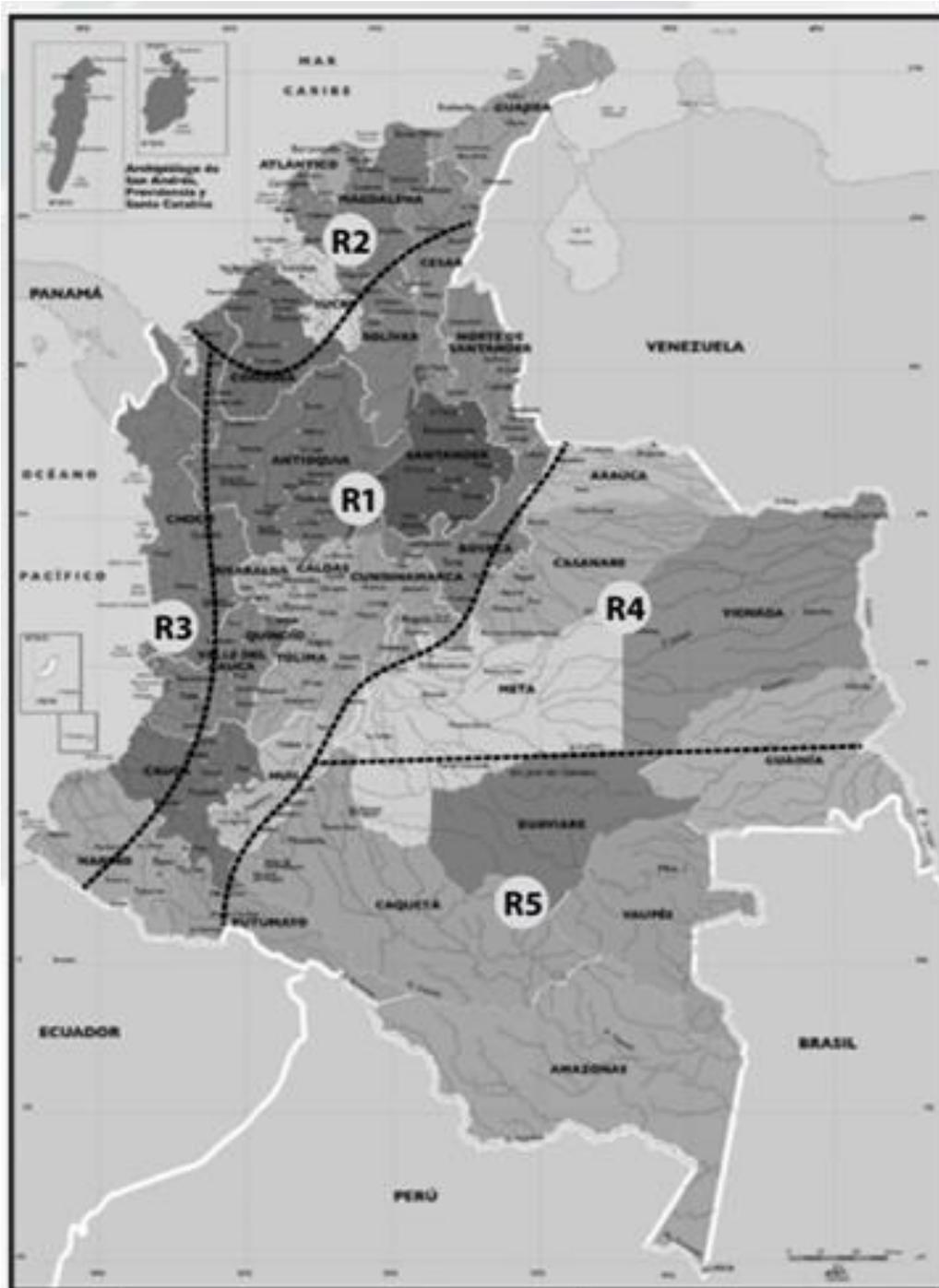
M: Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual.

t: Duración de la lluvia, en minutos (Para el caso de estudio se toma un tiempo de concentración de 10 min).

a, b, c, d: Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros fueron regionalizados como se presenta en la ilustración 3, y sus valores se presentan en la Tabla 1 (Corzo Oviedo y Pinilla Mora, 2015).

Figura 26

Regiones en Colombia para definición de los parámetros *a*, *b*, *c* y *d*.



Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2013)

Tabla 13

Parámetros según Regiones del País.

Región		a	b	c	d
Andina	(R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe	(R2)	24.85	0.22	0.5	0.1
Pacífico	(R3)	13.92	0.19	0.58	0.2
Orinoquía	(R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

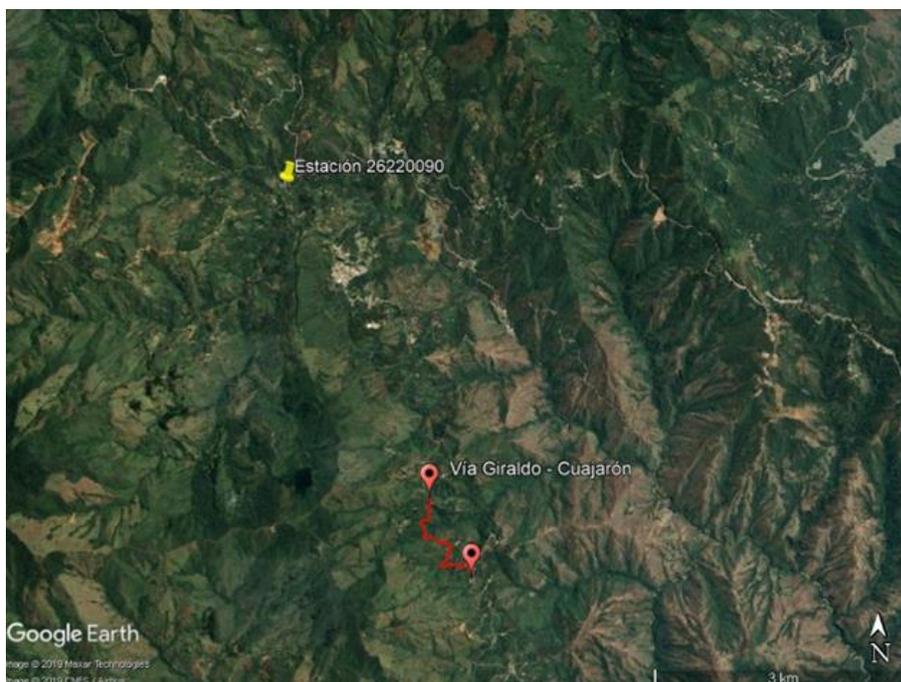
Fuente: Manual de drenajes para Carreteras, INVIAS (2009).

En el caso de Giraldo, este se encuentra en la región Andina (R1), por lo que los parámetros a usar son: $aa = 0.94$, $bb = 0.18$, $cc = 0.66$, $dd = 0.83$

A continuación, se encuentran los datos los datos de precipitación obtenidos de la estación meteorológica 26230110 del IDEAM, en la cual se exponen los valores máximos mensuales y anuales en 24 horas en mm.

Figura 27

Datos de Precipitación máxima en 24 horas mensual de la estación meteorológica del IDEAM



Fuente: Google Earth (2019).

Tabla 14

Datos de Precipitación máxima en 24 horas mensual de la estación meteorológica del IDEAM

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor Max Año
1978	12	31	25	31	23	35	30	20		30	21	29	35
1979	22	8	7	33	13	9	29	27	20	18	25	5	33
1980	13	18	20	25	50	25	40	10	40	30	16	22	50
1981	4	7	10	28	40	32	30	36	37	9	10	35	40
1982	17	30	25	59	25	50	60	6	70	30	41	12	70
1983	30	0	40	60	25	50	40	60	45	70	28	29	70
1984	13	23	15	50	27	34	28	48	34	65	41	6	65
1985	9	15	31	33	40	50	32	48	49	26	26	19	50
1986	10	17	17	51	53	53	61	48	40	47	40	7	61
1987	15	10	15	36	26	34	60	14	35	38	35	17	60

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor Max Año
1988	10	14	9	47	41	38	36	45	39	36	33	50	50
1989	40	12	37	38	45	65	29	43	27	20	12	23	65
1990	38	41	19	92	32	33	40	35	68	34	59	26	92
1991	20	6	27	88	55	48	56	26	32	58	41	21	88
1992	11	12	60	20	55	30	47	29	35	71	38	22	71
1993	28	7	18	28	50	50	33	34	29	31	73	73	73
1994	33	25	32	44	31	18	18	45	35	35	31	20	45
1995	14	4	76	21	40	54	28	28	38	40	20	19	76
1996	16	25	25	40	41	29	24	38	40	36	37	20	41
1997	26	30	52	33	23	30	10	5	20	43	25	5	52
1998	7	25	18	53	53	16	37	43	50	25	31	39	53
1999	12	41	23	48	46	34	51	38	39	28	33	30	51
2000	30	34	30	26	38	88	32	35	51	48	18	22	88
2001	25	27	46	11	40	24	37	10	41	35	21	52	52
2002	33	23	32	40	41	30	22	48	68	33	20	33	68
2003	0	16	50	27	36	32	42	39	40	57	24	29	57
2004	21	40	26	52	36	43	29	36	38	50	43	22	52
2005	12	14	12	40	28	39	48	54	37	30	43	25	54
2006	11	15	28	54	42	38	20	18	36	75	40	46	75
2007	27	0	38	45	61	20	43	16	23	33	22	50	61
2008	83	45	27	10	45	65	40	20	40	38	35	15	83
2009	22	20	38	15	30	45	20	32	28	42	24	18	45
2010	8	15	25	40	80	50	30	42	30	40	20	40	80
2011	20	20	22	40	70	70	70	60	70	70	70	60	70
2012	20	8	15	50	35	30	49	25	40	28	23	28	50
2013	4	12	37	31	45	51	30	47	16	27	37	23	51
2014	27	15	12	41	70	46	32	74	22	19	35	30	74
2015	30	10	66	18	38	8	24	20	28	32	40	10	66
2016	6	9	7	45	41	44	22	18	31	29	33	40	45
2017	22	6	38	18	68	43	55	14	30	43			68

Nota: Precipitación máxima en 24 horas mensual de la estación meteorológica del IDEAM (2017).

Teniendo en cuenta los datos presentados es posible establecer el valor máximo promedio anual en 24 horas.

$$M \approx 61 \text{ mm}$$

Período de Retorno (T): Se deben aplicar los valores de los períodos de retorno (T) recomendados por el Manual de Drenajes para Carreteras, INVIAS (2007) para obtener las curvas IDF, los cuales se indican en la Tabla 15. Para el caso del proyecto las cunetas se tiene un período de retorno de 5 años.

Tabla 15

Períodos de retorno para el diseño de obras de drenaje vial

Obras de Drenaje Vial	Tr
Drenaje superficial	2
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0.90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
fuentes de luz y cual a 10 m y menor a 50 m	50
puentes de luz mayor o igual a 50 m	100

Fuente: Manual de drenajes para Carreteras, INVIAS (2007).

Aplicando los valores de período de retorno, intensidad de la lluvia y los parámetros según la región se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 16

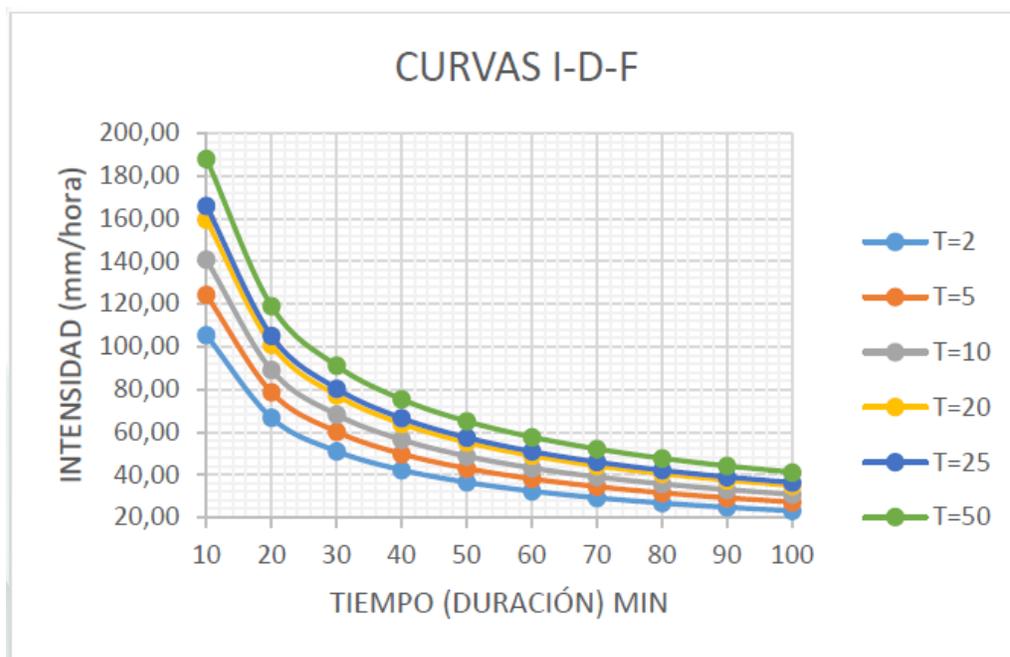
Valores de intensidad de lluvia en mm/hora.

Duración (min)	Período de Retorno (años)					
	2	5	10	20	5	50
10	105,37	124,26	140,78	159,48	166,02	188,08
20	66,69	78,64	89,09	100,93	105,07	119,03
30	51,03	60,18	68,18	77,24	80,40	91,08
40	42,20	49,77	56,39	63,88	66,50	75,33
50	36,42	42,96	48,66	55,13	57,39	65,02
60	32,30	38,09	43,15	48,88	50,88	57,65
70	29,17	34,40	38,97	44,15	45,96	52,07
80	26,71	31,50	35,69	40,43	42,08	47,68
90	24,71	29,14	33,02	37,40	38,94	44,11
100	23,05	27,19	30,80	34,89	36,32	41,15

Nota: Teniendo todos los datos es posible construir las curvas I-D-F. Fuente: propia.

Figura 28

Curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia (Período de retorno T).



Nota: Curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia (Período de retorno T). Fuente: IDEAM (2017).

6.2.3.5 Diseño hidráulico

Los tipos de obras hidráulicas para la captación, transporte y disposición de las aguas de escorrentía superficial son las siguientes:

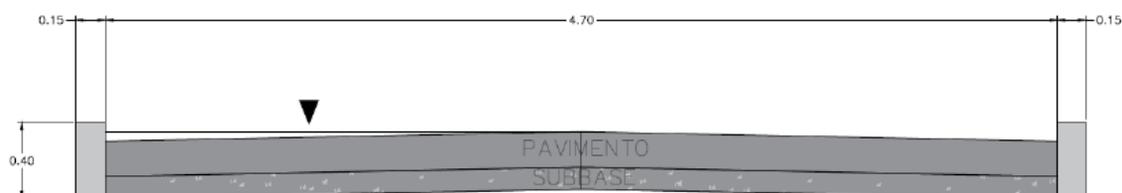
- Longitudinales como lo son las cunetas y aliviaderos.
- Transversales como alcantarillas y con sus respectivas obras complementarias de disposición de aguas o estructuras de descole.

6.2.3.5.1 Berma-Cuneta recomendada

Como se quiere trabajar con pavimento rígido, se tomará la misma vía junto con el bordillo como estructura para conducir, evacuar el agua y posteriormente llevarla hacia los sumideros. Se adoptará 50% de la vía para conducir agua en la condición más crítica, como se puede observar en la Figura 29.

Figura 29

Detalle de la Cuneta



Fuente: INVIA (2008).

El diseño hidráulico de una cuneta es similar al de un canal abierto, y como para el caso se tiene un área aferente pequeña (< 5 Km²), es posible utilizar el método racional para encontrar el caudal de demanda. El cual está determinado por la siguiente ecuación:

$$Q_e = 0.280 * C * I * A_\gamma$$

Siendo,

Q_e : Caudal de escorrentía (m³/seg)

C : Coeficiente de escorrentía

I : Intensidad de la lluvia (mm/Hora) para un tiempo de concentración determinado, para el caso se usará un tiempo de concentración de 10 min.

A_v : Área aferente o tributaria (Km²)

6.2.3.5.2 Coeficiente de escorrentía

Para definir el coeficiente es necesario tener en cuenta los valores de dichos coeficientes para diferentes condiciones como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

Valores del Coeficiente de Escorrentía en Áreas rurales

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA Y	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
BOSQUES			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Montañoso	0.30	0.50	0.60
PASTOS			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Montañoso	0.22	0.42	0.60
TIERRAS CULTIVADAS			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Montañoso	0.52	0.72	0.82
Nota: Plano (pendiente 0 - 5%); Ondulado (pendiente 5 - 10%); Montañoso (pendiente 10 - 30%). Para valores mayores al 30 %, a falta de datos, utilizar los valores para pendientes entre el 10 y el 30 %.			

Nota: Como se tienen terrenos montañosos, pastos, suelos arcillosos, etc. El coeficiente de escorrentía a usar es de 0,7. Fuente: Manual de drenajes para Carreteras, INVIAS (2007).

6.2.3.5.3 Área aferente

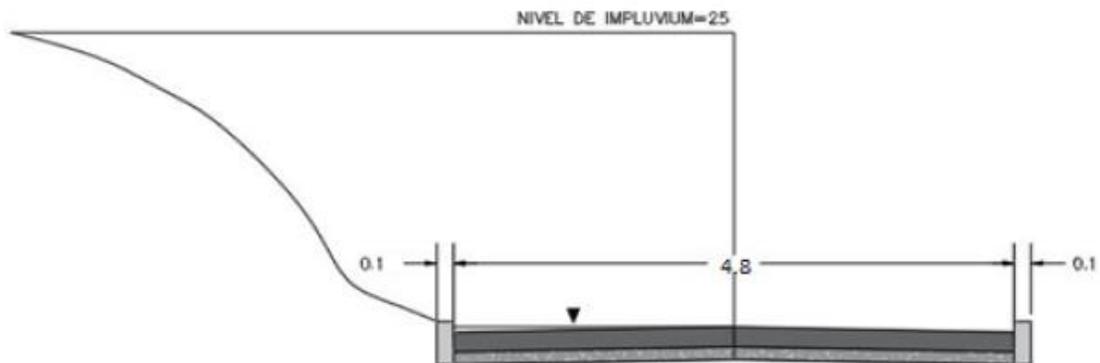
El área Aferente o Tributaria para el caso de la cuneta está definido por el ancho impluvium (B) y la longitud de la cuneta (L), de la siguiente forma:

$$A_{\gamma} = B * L$$

El ancho impluvium, incluye el ancho de superficie de rodadura, ancho de la berma - cuneta, la proyección del talud de corte y un ancho adicional, dicho ancho se toma de 25m en la condición más desfavorable, tal como se muestra en la Figura 30.

Figura 30

Ancho Impluvium.



Nota: Ilustración del Ancho Impluvium. Fuente: INVIAS (2008).

En este caso y teniendo en cuenta las condiciones del terreno se hace necesario usar condición más desfavorable, expresada anteriormente para todos los tramos.

Tabla 18

Valores de ancho impluvium para los tramos.

Tabla de Pendientes		
Abscisa Inicial	Abscisa Final	Pendiente
K5+900,00	K6+200,00	12,10%
K6+200,00	K6+900,00	6,90%
K6+900,00	K7+400,00	0,30%
K7+400,00	K7+900,00	5,10%
K7+900,00	K7+980,00	1,10%
K7+980,00	K8+030,00	3,50%
K8+030,00	K8+500,00	0,30%
K8+500,00	K8+560,00	6,40%
K8+560,00	K8+680,00	0,70%
K8+680,00	K8+900,00	6,90%
K8+900,00	K8+980,00	1,20%
K8+980,00	K9+200,00	4,40%
K9+200,00	K9+280,00	11,90%
K9+280,00	K9+350,00	5,20%
K9+350,00	K9+400,00	11,20%
K9+400,00	K9+440,00	2,20%
K9+440,00	K9+520,00	10,50%

Fuente: Propia

6.2.3.5.4 *Determinación de parámetros de caudal transportado por la cuneta*

El caudal que puede ser transportado por la berma - cuneta a sección plena, puede ser encontrado por medio de la Ecuación de continuidad y la Fórmula de Manning.

$$Q_c = V * a \text{ (Ecuación de continuidad)}$$

$$V = \frac{1}{n} * S^{\frac{1}{2}} * R^{\frac{2}{3}} \text{ (Fórmula de Manning)}$$

Por lo que,

$$Q_c = \frac{1}{n} * S^{\frac{1}{2}} * R^{\frac{2}{3}} * a$$

Donde,

Q_c : Caudal que puede transportar la Cuneta (m³ /seg)

V : Velocidad del agua que circula por la cuneta (m/seg)

R : Radio hidráulico (m)

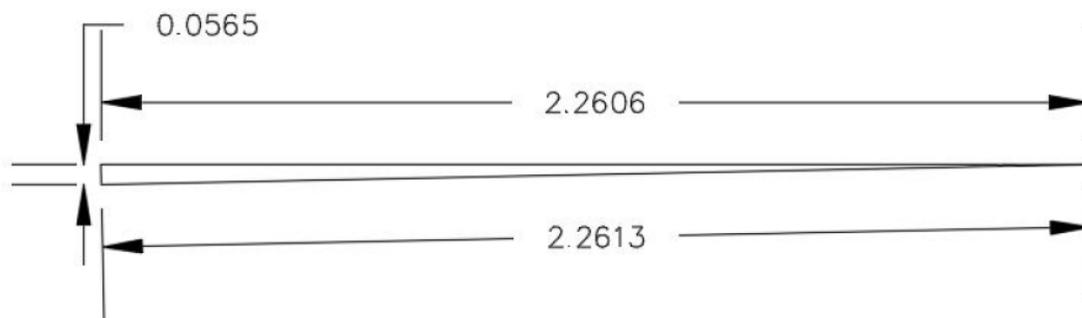
S : Pendiente de la cuneta en tanto por uno, igual a la pendiente de la rasante

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

a : Área mojada de la sección transversal de la cuneta (m²)

Figura 31

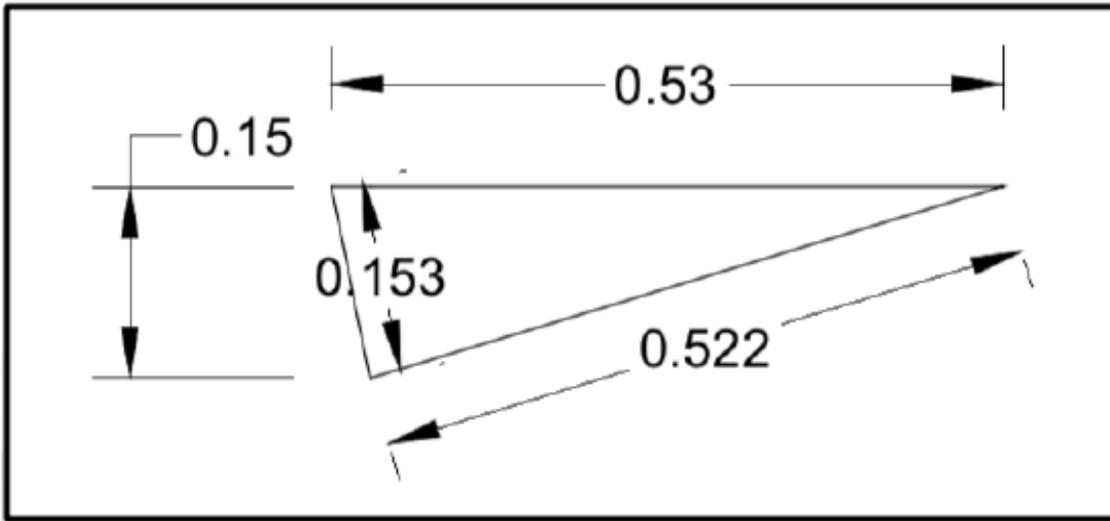
Área mojada



Fuente: INVIAS (2008).

Figura 32

Lámina de agua en la cuneta según las dimensiones



Nota: Lámina de agua en la cuneta según las dimensiones. Fuente: Propia.

- Área mojada

$$a = \frac{2.260 * 0.056}{2} = 0.033m^2$$

- Perímetro mojado

$$p = 0.056 + 2.260 = 2.316m$$

- Radio Hidráulico

Tabla 19*Tabla de pendientes*

Tabla de Pendientes		
Abscisa Inicial	Abscisa Final	Pendiente
K5+900,00	K6+200,00	12,10%
K6+200,00	K6+900,00	6,90%
K6+900,00	K7+400,00	0,30%
K7+400,00	K7+900,00	5,10%
K7+900,00	K7+980,00	1,10%
K7+980,00	K8+030,00	3,50%
K8+030,00	K8+500,00	0,30%
K8+500,00	K8+560,00	6,40%
K8+560,00	K8+680,00	0,70%
K8+680,00	K8+900,00	6,90%
K8+900,00	K8+980,00	1,20%
K8+980,00	K9+200,00	4,40%
K9+200,00	K9+280,00	11,90%
K9+280,00	K9+350,00	5,20%
K9+350,00	K9+400,00	11,20%
K9+400,00	K9+440,00	2,20%
K9+440,00	K9+520,00	10,50%

Fuente: Propia

$$R = \frac{a}{p} = \frac{0.0633m^2}{2.316m} = 0.027m$$

- Coeficiente de Manning: Como la superficie de la cuneta es en concreto, se toma un coeficiente de rugosidad, $n = 0,014$

- Pendiente de la cuneta: La pendiente de la cuneta es igual a la pendiente de la rasante de la vía, por lo que:

6.2.3.6 Criterios de diseño

Para poder garantizar que la capacidad de la cuneta sea la suficiente para transportar el caudal de escorrentía, es importante definir ciertas longitudes a las cuales dicha capacidad sea suficiente. Para ello se hace necesario igualar las ecuaciones de caudales antes mencionadas, $Q_e = Q_c$ haciendo esto se obtiene una expresión para encontrar la longitud de la cuneta

$$Q_e = Q_c$$

$$0.280 * C * I * A_y = \frac{1}{n} * S^{\frac{1}{2}} * R^{\frac{2}{3}} * a \quad \text{Se sabe que } A_y = B * L, \text{ entonces}$$

$$0.280 * C * I * B * L = \frac{1}{n} * S^{\frac{1}{2}} * R^{\frac{2}{3}} * a$$

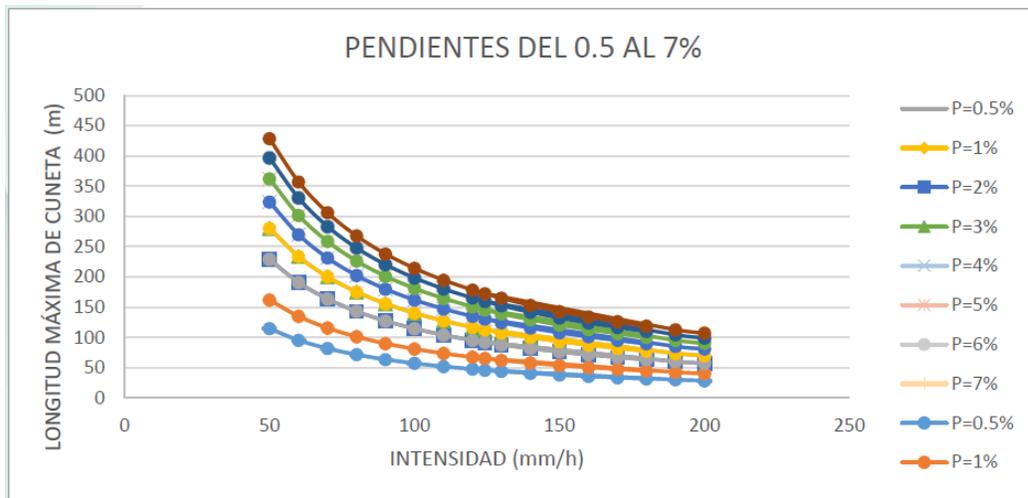
$$L = \frac{S^{\frac{1}{2}} * R^{\frac{2}{3}} * a * 10^6}{0.280 * C * I * B * n}$$

Los valores de la longitud (L) obtenidos a partir de la expresión previa señalan el punto en el que la cuneta se desbordaría, lo que implica la necesidad de desviar el agua a través de un aliviadero o una alcantarilla. Es esencial inspeccionar la cuneta para prevenir la erosión provocada por el agua. Sin embargo, debido a que está construida en concreto, la erosión solo ocurrirá cuando la velocidad del agua supere los 3 m/seg, y se presentará en longitudes muy extensas con pendientes pronunciadas, superiores a las longitudes de desbordamiento (L). Por lo tanto, la

cuneta se desbordará primero antes de erosionarse. Utilizando los datos recopilados, es posible generar las curvas I-P-L (Intensidad-Pendiente-Longitud), las cuales permiten determinar la longitud máxima de la cuneta (Estudio Pavimentos Santa Rosa, 2015).

Figura 33

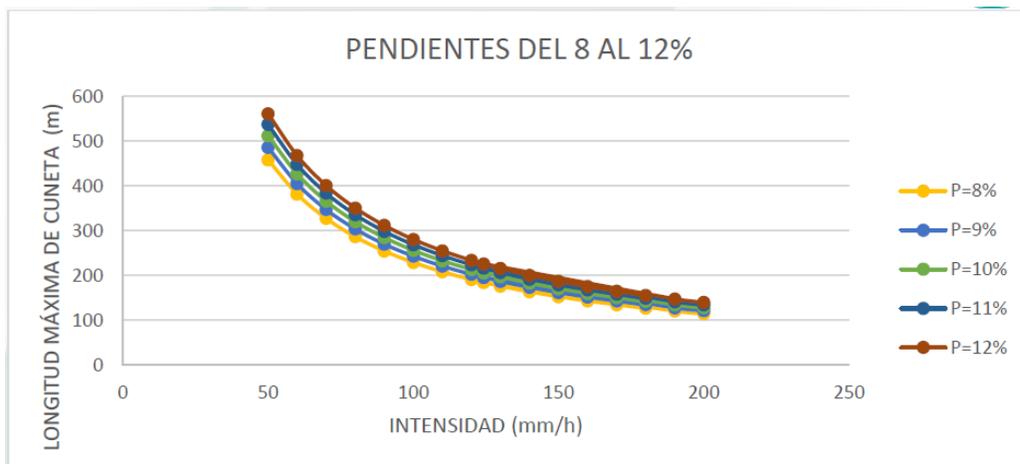
Curvas I-P-L para pendientes 0,5% al 7%.



Nota: Curvas I-P-L para pendientes 0,5% al 7%. Fuente: Propia.

Figura 34

Curvas I-P-L para pendientes del 8% al 12%



Nota: Curvas I-P-L para pendientes del 8% al 12%. Fuente: Propia.

Tabla 20*Longitudes máximas de cuneta*

Vía Giraldo – Cuajaron			
Abscisa Inicial	Abscisa Final	Pendiente	Longitud (M)
K5+900,00	K6+200,00	12,10%	227
K6+200,00	K6+900,00	6,90%	171
K6+900,00	K7+400,00	0,30%	36
K7+400,00	K7+900,00	5,10%	147
K7+900,00	K7+980,00	1,10%	68
K7+980,00	K8+030,00	3,50%	122
K8+030,00	K8+500,00	0,30%	36
K8+500,00	K8+560,00	6,40%	165
K8+560,00	K8+680,00	0,70%	55
K8+680,00	K8+900,00	6,90%	171
K8+900,00	K8+980,00	1,20%	71
K8+980,00	K9+200,00	4,40%	137
K9+200,00	K9+280,00	11,90%	225
K9+280,00	K9+350,00	5,20%	149
K9+350,00	K9+400,00	11,20%	218
K9+400,00	K9+440,00	2,20%	97
K9+440,00	K9+520,00	10,50%	211

Fuente: Propia.

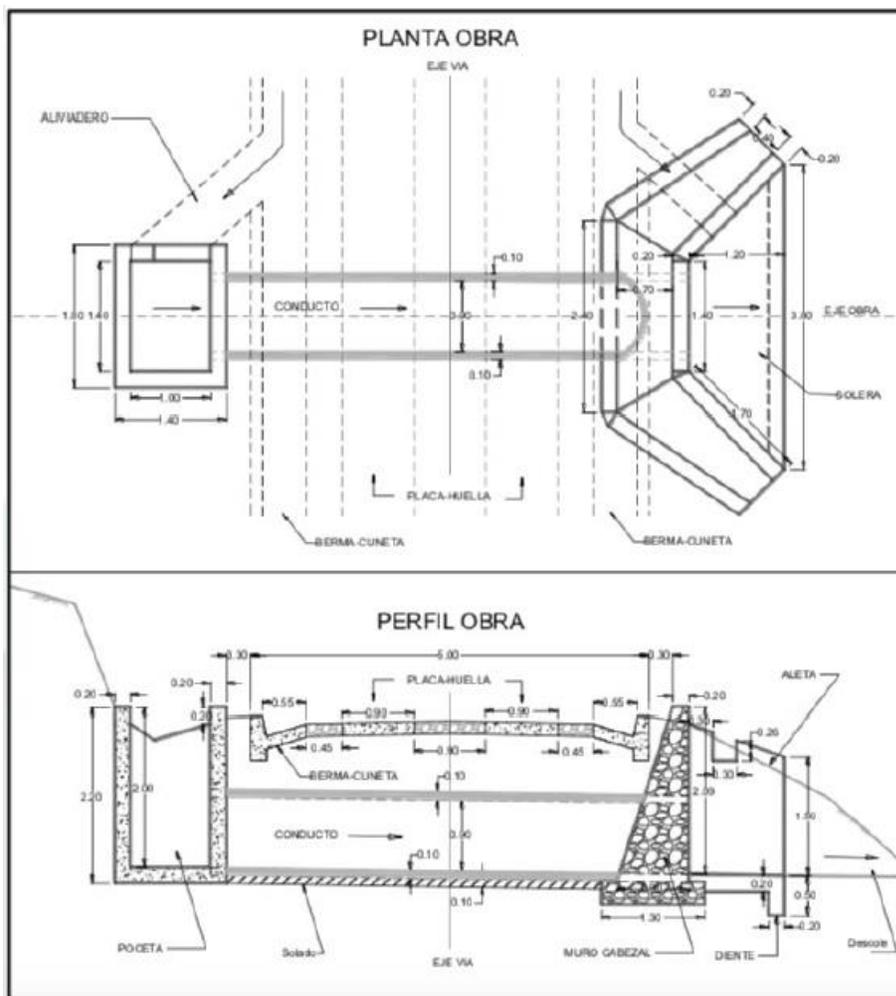
6.2.3.6.1 obras de drenaje transversal: alcantarillas

Alcantarilla recomendada: chequeo hidráulico: Para evitar que la cuneta se rebose en necesario ubicar obras de drenaje transversal en el punto en el que se completa la capacidad de la cuneta, para ello se deben usar las longitudes encontradas en la Tabla 20 y teniendo en cuenta los siguientes parámetros expresados en el Manual de drenaje de carreteras INVIAS (2007) se debe establecer la ubicación de estas:

- Al final de la longitud máxima de cuneta
- En el punto más bajo de una curva vertical donde hay un cambio de pendiente
- Prioritariamente en los cruces de agua permanentes
- En los cruces de agua donde potencialmente se presenta un paso de agua en épocas de lluvia.
- Como lo que se quiere es drenar el flujo de la cuneta al cauce natural, la alcantarilla recomendada por el Manual de drenaje de carreteras INVIAS (2007).

Figura 35

Planta y perfil de la alcantarilla típica.

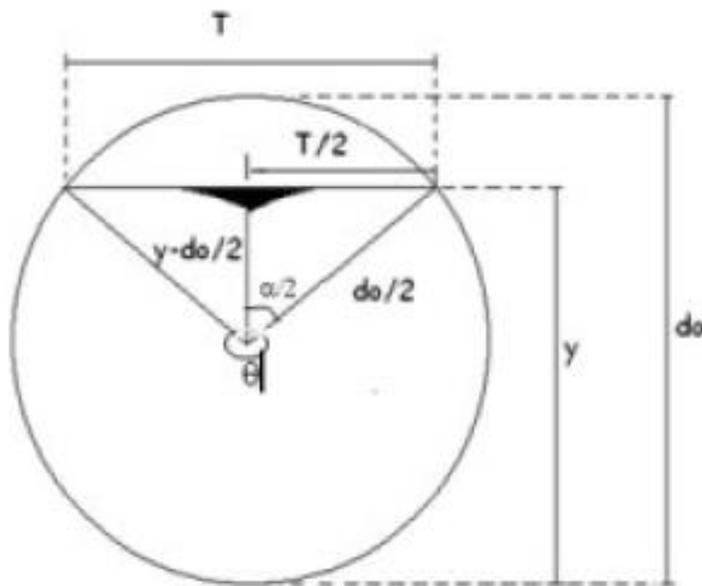


Fuente: Manual de drenaje para carreteras (2006).

Para hacer uso de la sección típica proporcionada, es necesario realizar un chequeo en el cual se verifique que la capacidad de dicha obra es suficiente para drenar el agua transportada por la cuneta, para ello se encontrará la capacidad óptima de la alcantarilla y se comparará con el caudal transportado. Como se tiene sección circular la capacidad óptima se obtiene mediante la siguiente expresión:

Figura 36

Esquema de elementos geométricos de la tubería



Esquema de elementos geométricos de la tubería. Fuente: Manual de drenaje para carreteras (2006).

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(1 - \frac{y}{d_o}\right) \quad (1)$$

$$P = \frac{d_o}{2}\theta \quad (2)$$

$$A = \frac{d_o^2}{8} (\theta - \sin \theta) \quad (3)$$

Por otro lado

$$\frac{\theta}{2} = \frac{2\pi - \alpha}{2} \quad (4)$$

Del triángulo rectángulo, se tiene:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{T}{2}}{\frac{d_o}{2}} = \frac{T}{d_o} \rightarrow \frac{\alpha}{2} = \left(\frac{T}{d_o} \right) \rightarrow \alpha = 2 \left(\frac{T}{d_o} \right)$$

Sustituyendo este valor de α en (4), se tiene:

$$\theta = 2\pi - 2 \left(\frac{T}{d_o} \right)$$

Se tiene que:

$$T = 2\sqrt{y(d_o - y)}$$

Reemplazando T en (5) se tiene:

$$\theta = 2\pi - 2 \left(\frac{2\sqrt{y(d_o - y)}}{d_o} \right)$$

Ahora, llevando a θ en (2)

$$P = d_o \left(\pi - \left(\frac{2\sqrt{y(d_o - y)}}{d_o} \right) \right)$$

En este caso, se fija el diámetro d_o y se deriva P respecto a y :

$$\frac{dP}{dy} = d_o \frac{d}{dy} \left(\pi - \left(\frac{2\sqrt{y(d_o - y)}}{d_o} \right) \right) = 0$$

Resolviendo se obtiene

$$y = \frac{d_o}{2}$$

Esto se cumple para $\theta = \pi$, por lo que:

$$A_{opt} = \frac{d_o^2}{8} (\pi - \sin \sin \pi) = \frac{d_o^2}{8} \pi$$

$$P_{opt} = \frac{d_o}{2} \pi$$

Con esto es posible determinar el Radio Hidráulico óptimo

$$R_{Hopt} = \frac{A_{opt}}{P_{opt}} = \frac{\frac{d_o^2}{8} \pi}{\frac{d_o}{2} \pi} = \frac{d_o}{4}$$

Como ya se tiene un diámetro de tubo para la alcantarilla estipulado en el diseño tipo de 0,9 m se determinará el caudal óptimo para un correcto funcionamiento y que se mantendrá como un canal a superficie libre. Tomando la ecuación de continuidad combinada con la ecuación de Manning se obtiene:

$$Q = \frac{1}{n} A_{opt} R_{Hopt}^{\frac{2}{3}} S_o^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{n} \left(\frac{d_o^2}{8} \pi \right) \left(\frac{d_o}{4} \right)^{\frac{2}{3}} S_o^{\frac{1}{2}}$$

La pendiente hidráulica de las alcantarillas se debe encontrar entre 0.5% y 5%, para que no se produzcan altas velocidades, las cuales ocasionarían desgaste temprano de la obra y su estabilidad. En este diseño, se utiliza una pendiente típica del 2% para evitar velocidades fuertes que puedan afectar la estructura.

Por lo que la capacidad para un funcionamiento óptimo de la alcantarilla es:

$$Q = \frac{1}{0.014} \left(\frac{0.9^2}{8} \pi \right) \left(\frac{0.9}{4} \right)^{\frac{2}{3}} 0.02^{\frac{1}{2}} = 1.19 \frac{m^3}{seg}$$

6.2.3.6.2 Chequeo de capacidad de la Alcantarilla para periodo de retorno de 10 años

Teniendo en cuenta la Tabla 21, se tiene que el período de retorno para una alcantarilla son 10 años por lo que el chequeo para esta capacidad se hará con el caudal que transportaría la cuneta en un período de retorno de 10 años.

Tabla 21*Caudal con período de retorno 10 años*

Abscisa Inicial	Abscisa Final	Pendiente	Caudal (m³/s)
K5+900,00	K6+200,00	12,10%	0,117
K6+200,00	K6+900,00	6,90%	0,089
K6+900,00	K7+400,00	0,30%	0,019
K7+400,00	K7+900,00	5,10%	0,076
K7+900,00	K7+980,00	1,10%	0,035
K7+980,00	K8+030,00	3,50%	0,063
K8+030,00	K8+500,00	0,30%	0,019
K8+500,00	K8+560,00	6,40%	0,085
K8+560,00	K8+680,00	0,70%	0,028
K8+680,00	K8+900,00	6,90%	0,089
K8+900,00	K8+980,00	1,20%	0,037
K8+980,00	K9+200,00	4,40%	0,071
K9+200,00	K9+280,00	1,90%	0,117
K9+280,00	K9+350,00	5,20%	0,077
K9+350,00	K9+400,00	11,20%	0,113
K9+400,00	K9+440,00	2,20%	0,050
K9+440,00	K9+520,00	10,50%	0,109

Nota: Como se puede observar la capacidad de la alcantarilla expuesta en el Manual de drenaje para carreteras (2006) puede evacuar el caudal proyectado para un período de retorno de 10 años.

6.2.4 Estudio de tránsito

Este estudio permitió la recolección de datos de volúmenes de tránsito presentes y futuros, para así poder adoptar parámetros de diseño geométrico, que sirvan de base al diseño de pavimento rígido, determinar los costos de operación, contribuir a la evaluación económica y facilitar la programación de las obras.

6.2.4.1 Recopilación Información Secundaria

La información secundaria es toda la documentación que puede ser obtenida de forma virtual con estudios ya desarrollados, contempla los siguientes documentos entre otros:

- Planos en medio magnético del trazado vial y el sector en estudio.
- Generalidades y caracterización de la región de influencia de las vías. Información sobre la economía y proyección de las poblaciones en el área de influencia de la vía para conocer más a fondo la dinámica de la zona.
- Serie Histórica de volúmenes vehiculares en puntos de conteo ubicados sobre la vía o cercanos a ella. Instituto Nacional de Vías o concesionario.
- Estadísticas de accidentalidad del tramo en estudio, con su clasificación, según gravedad, tipo de accidente, tipo o tipos de vehículos involucrados, fecha y hora en la cual ocurrió el accidente y su localización.
- Generalidades y caracterización de la región de influencia de las vías.
- Serie Histórica de volúmenes vehiculares en puntos de conteo ubicados sobre la vía o cercanos a ella. Instituto Nacional de Vías o concesionario.
- Aforos vehiculares, estudios de origen destino, entre otros estudios llevados a cabo en la zona en estudio.,
- Recopilación de información de rutas y empresas en el área de influencia del proyecto, complementado con información de parámetros operativos como movilización de pasajeros, frecuencias, tipo de servicios, etc.

6.2.4.2 Recopilación Información Primaria

La información primaria es a partir de lo obtenido en campo y los análisis que se desarrollan por la parte contratante para evaluar y obtener resultados, comprende lo siguiente:

- Usos del Suelo de las zonas aledañas de las vías a estudiar.
- Principales sitios generadores de viajes para los diferentes modos.
- Identificación de los principales puntos de conflicto.

- Características de la red vial existente, tales como sentidos de circulación vial, número de carriles, estado de la vía, pendientes de las vías, entre otros.
- Características del transporte público colectivo que puedan influir en la seguridad vial, tales como localización y estado de paraderos, recorridos, tipo de vehículos, transporte informal, etc.
- Análisis de la dinámica de transporte no motorizado (peatones y bicicletas), así como la infraestructura, señalización y en general las facilidades existentes para este tipo de usuarios.
- Análisis del comportamiento del transporte de carga en los puntos especificados y los que resulten después de los análisis complementarios, revisando aspectos como ingresos, salidas, paradas de cargue y descargue, entre otros aspectos relevantes.
- Registro visual de la carretera analizada.

6.2.4.3 Aforos Vehiculares

Para el desarrollo del estudio de tránsito de acuerdo con lo presentado en la metodología del INVIAS (2007), es necesario realizar un aforo (conteo) vehicular durante mínimo siete días de la semana en el tramo de vía en estudio, para este se definió la ubicación donde se realizó el conteo sea el un cruce en el cual, vehículos que vienen desde la vereda El Cuajaron y desde la cabecera municipal de Giraldo deben transitar.

6.2.4.3.1 Vía Giraldo – Cuajaron (K 5+900 a K9+900)

Los aforos se realizaron durante 7 días de martes a lunes, desde el 07 de diciembre hasta el 13 de diciembre del 2021, desde las 6:00 hasta las 20:00 horas, el aforador se ubicará sobre la Vía a la vereda El Cuajaron en un punto de intersección para tener en cuenta los vehículos que salen de

otras veredas. Para la fecha actual en la que se presenta el proyecto, se hace necesario hacer una proyección del tránsito con el fin de estimar el TPD que pasa actualmente por la vía.

Esto se hará teniendo en cuenta una tasa de crecimiento estimada para vías de bajo tránsito, lo cual se especificará más adelante.

En los registros se realizó la discriminación de los vehículos por su tipo en motocicletas, vehículos livianos (particulares y transporte público) y camiones (C2P, C2G, C3 y C4), por las condiciones de la vía existente puede que algunos tipos de vehículos no transiten en la vía existente.

6.2.4.3.2 *Procesamiento y Análisis de la Información*

Al tener recopilada y analizada la información primaria y secundaria, se analizan y presentan los resultados obtenidos, con el fin de formular el diagnóstico en las condiciones actuales de operación de la zona. De esta manera se identifican los comportamientos de los diferentes actores de la movilidad, y los riesgos potenciales a los que estarían expuestos por la afectación del proyecto sobre la vía.

6.2.5 *Análisis y evaluación del tránsito*

El mejoramiento de la vía terciara en el municipio de Giraldo, se interviene la vía Giraldo - Cuajaron, con el propósito de mejorar la interconexión en el municipio, la transitabilidad, la calidad de vida de los habitantes del municipio que utilizan la vía para la movilización, la comercialización de los productos y así incrementar el desarrollo económico y turístico de la zona.

El área de influencia es una vía existente, se encuentra vegetación tipo rastrojo, árboles y algunos jardines en las zonas más pobladas, a distancias mayores se presentan los límites de viviendas de habitantes de la zona. Los corredores viales tienen una superficie de rodadura sin pavimento en su mayoría, a lo largo del tramo a intervenir se observa que la vía está constituida por afirmado compactado, se presencia pendientes poco pronunciadas y diferentes tipos de curvas, el sistema de drenaje es natural por medio de zanjas que conducen las aguas de escorrentía; está conformado

por una calzada sencilla bidireccional sin bermas y no presenta las secciones típicas compuestas de carril.

Después de hacer el reconocimiento en campo, se analiza que en la totalidad de los tramos no se observan señalización (vertical y horizontal), demarcación de borde y señales de seguridad vial. Los tramos por intervenir son zonas rurales con dos usos de suelo en general, agrícola y ganadero, predominando el sector agrícola en la mayoría del área de influencia directa.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente y basándose en estudios complementarios, se concluye que la vía existente tiene velocidades máximas de 30 km/h, los anchos que presentan son variables entre los 3.5 a 5.8 metros, el flujo que se presentó fue bajo, esto se evidencia con los aforos que se presentan.

6.2.5.1 Sistema de transporte público intermunicipal y veredal

En los corredores se presenta transporte público inter-veredal, el transporte en la zona no es notable ya que sus recorridos son máximos dos veces en el día y es de viernes a lunes, por el tipo de vía las velocidades son bajas. La empresa de transporte maneja horarios e itinerarios de viajes por lo que el comportamiento de tránsito no varía. En relación con las paradas para el cargue y descargue de pasajeros, no se observó infraestructura dedicada a ello, los buses realizan sus paradas generalmente en los parques principales del municipio o zonas centrales de las veredas y en entradas de las propiedades.

6.2.5.2 Resultados tránsito

se dividió en análisis de tráfico y análisis del volumen vehicular, este último se aplicó unos análisis numéricos para proyectar este volumen, los aforos se realizaron durante 8 días en todos los tramos que se van a intervenir, durante 14 horas, desde las 06:00 hasta las 20:00.

A continuación, se presentan los resultados de los aforos diferenciando cada uno de los días en los que realizaron los aforos, por tipo de vehículo, y en cada uno de los periodos aforados.

Se debe tener en cuenta que los aforos fueron realizados en el año 2021, por lo que más adelante se hará una proyección del tránsito con el fin de estimar el TPD para el año de inicio del proyecto, 2021.

6.2.5.3 Análisis de Tráfico

Los resultados del tráfico vehicular para cada vereda se presentan a continuación:

Tabla 22

Tráfico vehicular Vía Giraldo – Cuajarón.

Vía Giraldo – Cuajarón									
Tipo	7/12/21	8/12/21	9/12/21	10/12/21	11/12/21	12/12/21	13/12/21	Totales	%
Autos	37	32	42	41	45	45	47	289	40%
Buses	4	3	4	3	4	2	3	23	3%
C2	4	4	5	4	5	3	4	29	4%
C3	3	3	4	3	3	4	2	22	3%
Moto	54	54	52	51	50	48	51	360	50%
Totales	102	96	107	102	107	102	107	723	100%%

Fuente: Propia.

En general los aforos no registraron vehículos de grandes categorías, los más concurridos fueron los vehículos livianos estilo chivas o escaleras, lo que da a concluir que el flujo vehicular es de tipo liviano, además el flujo vehicular es bajo y es utilizado por la población que vive adyacente a el tramo de vía que transportan sus productos agrícolas hacia el municipio. El uso de suelo como se había mencionado en otros estudios es mayormente agrícola y os productos son transportados en motos, el cual, es el transporte que se usa con mayor frecuencia.

Los vehículos livianos que incluye camionetas, chivas y carros particulares presentan una periodicidad de viernes a lunes, son los días que existe presencia de transporte inter-veredal, en los horarios de la mañana; los demás vehículos son por residentes que tienen vehículo propio y vive en la zona.

El camión C2P y C2G no se presentan en el tramo aforado, pero se espera que este tipo de vehículo se puede llegar a presentar después del mejoramiento que se realice.

6.2.5.4 Análisis de Volumen Vehicular

El volumen de tránsito se define como la cantidad de vehículos que transitan por una sección transversal de un carril o una vía durante un período de tiempo específico. Este valor se expresa en términos de número de vehículos por unidad de tiempo. Cuando se dispone del número total de vehículos que pasan en un período determinado, se considera que los volúmenes son absolutos (Estudios de Tránsito del Corregimiento de La Loma, 2016).

En relación con el análisis del tránsito vehicular por horas en vehículos equivalentes (todas las tipologías expresadas en vehículos livianos) se tiene el siguiente comportamiento para los 7 días aforados.

Los datos de la Tabla 23 representa el total del volumen equivalente, estos valores tienen incluidos el factor de equivalencia según el paso de livianos, es decir, que se proyecta el tránsito que se presentará en la vía teniendo como referencia el daño que pueden representar en la misma. En los datos aforados que se presentan en el anexo 1 se observa que sin este factor de equivalencia el vehículo que presenta mayor frecuencia son las motos, pero el cambio es debido al factor y la carga que generan las motos sobre la vía futura, no es considerable con los demás vehículos que frecuentan los tramos.

Los tipos de vehículos livianos que es el mayor daño según la gráfica 6, incluye las chivas o escalera inter-veredal, se proyecta que al mejorar la vía estas se movilizaran con mayor frecuencia y generar el mayor desgaste en la vía futura.

Los aforos realizados no registran camiones igual o mayor al tipo C2P, esto se debe a las condiciones actuales, pero con el proyecto de mejoramiento se puede considerar el aumento en la

capacidad de vehículos que se movilizaran, por lo cual se recomienda un estudio después, para obtener su caracterización y garantizar que es viable el tránsito de vehículos de mayor capacidad.

Todo el análisis y los resultados obtenidos de los datos recogidos, sin tener en cuenta las motos, se presentan a continuación:

Tabla 23

Resumen Datos Obtenidos

Vía Giraldo – Cuajarón									
Tipo	7/12/21	8/12/21	9/12/21	10/12/21	11/12/21	12/12/21	13/12/21	Total	%
Autos	37	32	42	41	45	45	47	289	80%
Buses	4	3	4	3	4	2	3	23	6%
C2	4	4	5	4	5	3	4	29	8%
C3	3	3	4	3	3	4	2	22	6%
Totales	48	42	55	51	57	54	56	363	100%

Nota: En la Tabla 23 se presentan los resultados del tramo hacia y desde la vereda, se muestra el total por tipo de vehículos y su porcentaje. Fuente: Propia.

6.2.5.5 Proyección del tránsito al año actual

Para la proyección del tránsito presentado en la Tabla 23, dado que se tiene el tránsito para los 8 días aforados, es necesario calcular el tránsito promedio diario semanal. Para esto, se divide el número de vehículos que circularon por la vía en dicha semana, entre los 8 días en los que se estuvo haciendo el aforo, como se presenta a continuación:

$$TPD_{NORMAL} = \frac{363 \text{ veh}}{7 \text{ días}} = 51.86 \approx 52 \frac{\text{Vehiculos}}{\text{Día}}$$

En el ámbito del diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, se lleva a cabo un proceso de corrección por estacionalidad para tener en cuenta las fluctuaciones económicas regionales. Para ello, se emplea información recopilada en una estación permanente

de conteo, conocida como estación maestra, ubicada en una estación de peaje. En la Tabla 24 se encuentra detallada la información recolectada en dicha estación maestra. El factor de corrección para cada mes se determina mediante el cálculo del cociente entre el tránsito promedio diario (TPD) anual y el TPD mensual. Esta corrección por estacionalidad resulta fundamental para lograr un diseño de pavimento adecuado y acorde a las condiciones específicas de las vías con bajos volúmenes de tránsito (Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito del Ministerio de Transporte, 2007).

Tabla 24

Factores de corrección por estacionalidad

Mes	Transito Promedio Diario Mensual (TPD_m)	Factor de corrección por estacionalidad
Enero	1667	0.88
Febrero	1466	1
Marzo	1638	0.9
Abril	1445	1.02
Mayo	1520	0.97
Junio	1521	0.97
Julio	1496	0.98
Agosto	1405	1.05
Septiembre	1280	1.15
Octubre	1326	1.11
Noviembre	1404	1.05
Diciembre	1563	0.94
TPDA	1471	

Nota: Instituto Nacional de Vías, tomado de: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito del Ministerio de Transporte (2007).

Para este proyecto se toma el valor que corresponde al mes de diciembre, correspondiente al mes en el que se realizó el aforo. El factor es 0.97, razón por la cual se obtiene el siguiente TPD normal corregido:

$$TPD_{NORMAL\ CORRECCIÓN} = 52 \frac{Vehiculos}{Día} \times 0.94 = 49 \frac{Vehiculos}{Día}$$

De esta forma, con el TPD para el año 2021 corregido, y la tasa de crecimiento se puede determinar el volumen de tránsito futuro para un periodo de tiempo dado, en este caso para el año de inicio del proyecto, 2021. Además, se especificará el factor de proyección (FP) para cada año futuro, por periodos de 5 años.

Debido a que no se cuenta con serie histórica para este municipio, se puede tener un estimativo de la tasa de crecimiento basado en el crecimiento de la población reportada en los últimos años por el DANE o bien se determina teniendo en cuenta la Tabla 2.3 del 'Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito' obtenida del análisis de las series históricas del Instituto Nacional de Vías, la cual es aplicable para pavimentos de concreto hidráulico. Este manual establece que cuando no existe serie histórica se estima una tasa de crecimiento promedio del tránsito registrada en carreteras de condiciones similares que posean estación de conteo del INVIAS (2007). En dicha tabla se establece que para carreteras con bajos volúmenes de tránsito se puede considerar una tasa de crecimiento de 2,0%.

A continuación, en la Tabla 25 se presenta la proyección del tránsito, para el año de inicio del proyecto, 2021, teniendo en cuenta que se deben proyectar 2 años del tránsito.

$$TPD_{2021} = TPD_{2021} * (1 + 0.02)^2$$

Tabla 25

Proyección del tránsito al año de inicio del proyecto.

Tipo	TPD Año 2019	% de Incidencia	Año Aforo 2019	Año Inicial 2021
Motos		38%	2	2
Livianos	6	62%	4	4
C2P		0%	0	0
C2G		0%	0	0
TOTAL TPD		100%	6	6

Fuente: Propia.

Debido a que el tránsito es muy bajo, se mantienen los valores correspondientes al TPD.

Se debe tener en cuenta que por la ejecución del proyecto se generará un incremento del tránsito adicional debido al tránsito atraído y al tránsito generado.

6.2.5.5.1 Tránsito atraído

Al considerar la existencia de otros modos de transporte en la zona, debido a las condiciones actuales de las vías, se prevé que el proyecto en cuestión proporcionará rutas más cortas, seguras y atractivas. Dado que no se dispone de información precisa, se aplica el criterio del Instituto de Ingenieros de Estados Unidos, el cual establece que el tránsito atraído representa entre el 5% y el 25% del tránsito normal, con una aparición gradual durante uno o dos años después de la apertura o mejora de la carretera. En este proyecto, se asume un valor del 15% del tránsito normal como tránsito atraído. Basándose en esta estimación, se obtiene el número de vehículos correspondiente al tránsito atraído (Ministerio de Transporte. (2007).

$$TPD_{ATRAÍDO} = 48 \frac{\text{Vehiculos}}{\text{Día}} \times 0.15 \approx 7 \frac{\text{Vehiculos}}{\text{Día}}$$

6.2.5.5.2 Tránsito generado

El tránsito generado se calcula como función del tránsito normal. Se determinan los valores de acuerdo con la clasificación del área del proyecto y la población beneficiada. En este caso por tratarse de un área con potencial agrícola alto, y población de más de 5000 habitantes, se tendrá un porcentaje de tránsito del 5.5% como función del tránsito normal (INVIAS, 2007), obteniendo lo siguiente:

$$TPD_{GENERADO} = 48 \frac{\text{Vehiculos}}{\text{Día}} \times 0.055 \approx 3 \frac{\text{Vehiculos}}{\text{Día}}$$

$$TPD_{SEMANAL} = TPD_{NORMAL CORRECCIÓN} + TPD_{ATRAÍDO} + TPD_{GENERADO}$$

$$TPD_S = 48 + 7 + 3 = 53 \text{ (veh/día)}$$

Así, se tiene la siguiente proyección del tránsito en el periodo de diseño considerado (20 años), en la Tabla 26.

Tabla 26

Proyección del tránsito al periodo de diseño.

Proyección del Tránsito Vía Giraldo – Cuajaron								
Tipo	TPD Año 2021	% de Incidencia	Año Aforo 2021	Año Inicial 2021	Año 5 2026	Año 10 2031	Año 15 2036	Año 20 2041
Autos	58	80%	47	47	52	57	63	70
Livianos		6%	3	3	3	4	4	5
C2		8%	5	5	6	6	7	7
C3		6%	3	3	3	4	4	5
TOTAL TPD		100%	58	58	64	71	78	87

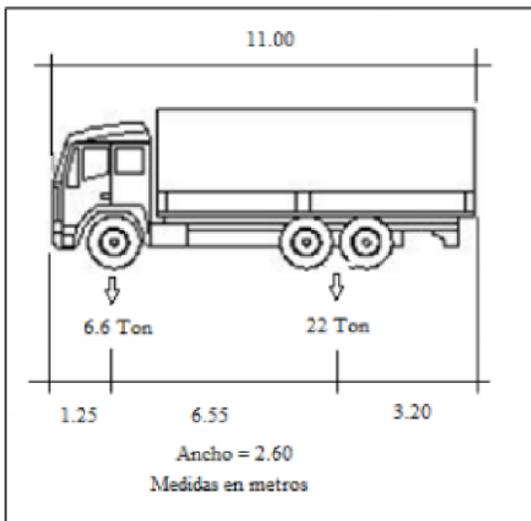
Fuente: Propia.

6.2.5.6 Ejes equivalentes de 8,2 toneladas

Teniendo en cuenta lo establecido en el “Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito” del INVIAS (2007), y teniendo en cuenta que las vías una vez pavimentadas deben permitir la circulación de camiones que transportan los productos agropecuarios, forestales, mineros o industriales; se adoptó como vehículo de diseño el camión C-3 como se muestra en la siguiente figura.

Figura 37

Vehículo de diseño el camión C-3



Nota: Para el cálculo de los ejes equivalentes de 8,2 toneladas, es necesario tener los datos del aforo realizado en la vía que se presentaron anteriormente. Fuente: Orobio y colaboradores (2018).

Teniendo en cuenta la anterior información, se pueden establecer los porcentajes de camiones que transitan por las vías. Así, para el cálculo del Factor Camión se adoptó la metodología de factores de ejes equivalentes de Mopt Ingeroute, en la que se proponen factores equivalencia para eje sencillos de 8,2 toneladas acorde con la tipología de vehículo, como se muestra a continuación.

Tabla 27*Factores equivalencia de Ejes Equivalentes*

Camión	%	Factor Equivalentes. Mopt Ingeroute
C2	62%	1,4
C3	38%	2,4
C4	0%	3,67
CS	0%	4,6
>CS	0%	5

Fuente propia.

Con las tablas anteriores se calcula el factor de equivalencia llamada Factor Camión, haciendo la suma de los productos de las columnas% y Factor Eq Mopt Ingeroute, obteniendo un valor de:

$$\text{Factor camión (FCC)} = 0,62*1,4 + 0,38*2,4 + 0*3,67 + 0*4,6 + 0*5 = 1,78$$

Luego se calculó el valor del factor camión acorde con los vehículos comerciales (buses y camiones) y su equivalencia, haciendo el promedio aritmético ponderado de ellos vehículos comerciales:

Tabla 28*Cálculo del factor camión*

Vehículos comerciales		
Vehículos	%	Factor
Buses	6%	0,2
Camiones	14%	1,78

Fuente: propia.

$$\text{Factor camión (FC)} = \frac{0.06 + 0.14 * 1.78}{0.06 + 0.14} = 1.306$$

Con estos valores es posible encontrar el número de ejes equivalentes de 82 toneladas. Respecto a la convivialidad de los cálculos, la cual es necesaria especificarla para conocer la probabilidad de que la vía a mejorar se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o periodo de diseño, y que el tránsito futuro sea el estimado, se considera teniendo en cuenta la importancia de la vía. En este caso, al ser una vía terciaria con bajo volumen de tránsito, se puede considerar una confiabilidad de 75% a la cual se le asocia por correlación una desviación normal estándar (Z_r) de -0,674. Se calcula de la siguiente manera:

$$W_{18} = TPD_{2020} * \left(\frac{A}{100}\right) * \left(\frac{B}{100}\right) * 365 \text{ días} * \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} * FC$$

Donde:

A: vehículos comerciales

B: Factor direccional. En este caso se considera el 100% del tránsito por ser vía estrecha de doble dirección.

r: Tasa de crecimiento (2%)

n: periodo de diseño (20 años)

FC: Factor camión

$W_{18} = 184951$ ejes equivalentes de 8,2 toneladas

6.2.6 Diseño de Geométrico

El diseño geométrico está limitado en una escala espacial la cual se encuentra definida en el tramo de vía definidos dentro de los límites de intervención establecidos en la localización. A su vez se encuentran al alcance del diseño ajustar los alineamientos horizontales, verticales y secciones transversales de tal forma que se disminuyan afectaciones tanto ambientales como prediales y

mitigar los impactos negativos generados a los usuarios de la zona de influencia con el fin de dar cumplimiento a los objetivos estipulados.

6.2.6.1 Categoría de la carretera

La vía en cuestión está categorizada como una vía terciaria, debido a que esta conecta las veredas municipales con la cabecera urbana.

6.2.6.2 Velocidad de diseño

Se toma una velocidad de diseño de 30 km/h, por ser una vía terciaria, de igual forma se mantendrán los principios del Manual de Diseño Geométrico para Carreteras INVIAS (2007).

Figura 38

Valores de la Velocidad de Diseño de los Tramos Homogéneos (VTR) en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano							///	///	///	///
	Ondulado						///	///	///	///	///
	Montañoso						///	///	///	///	///
	Escarpado						///	///	///	///	///
Primaria de una calzada	Plano							///	///	///	///
	Ondulado							///	///	///	///
	Montañoso							///	///	///	///
	Escarpado							///	///	///	///
Secundaria	Plano							///	///	///	///
	Ondulado							///	///	///	///
	Montañoso							///	///	///	///
	Escarpado							///	///	///	///
Terciaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso	///	///	///							
	Escarpado	///	///	///							

Fuente: INVIAS (2008).

6.2.6.3 Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal está definido por la disposición en planta de los elementos necesarios para el empalme de cada una de las condiciones encontradas en el terreno, se aclara que

no posee sobre anchos en las curvas y tampoco sobreelevación debido a la velocidad de diseño de 30 km/h.

6.2.6.4 Alineamiento vertical

El alineamiento vertical, definen los alineamientos trazados por el perfil longitudinal o alzado de la vía, estará compuesto por tangentes empalmadas por parábolas cuya longitud dependerá de las condiciones de seguridad, operación y drenaje, dadas las condiciones actuales de topografía en el diseño se plantea corregir o modificar pendientes longitudinales de los tramos en aras de mantener homogeneidad en la pendiente de estas.

6.2.6.5 Volúmenes de cortes y llenos

De acuerdo con el planteamiento realizado de alineamiento, se realiza un abscisado representativo cada diez (10) metros del volumen de cortes y llenos que deben ejecutarse en el desarrollo del proyecto para cada uno de los tramos de vías a intervenir en el municipio, dicha información se encuentra en los anexos.

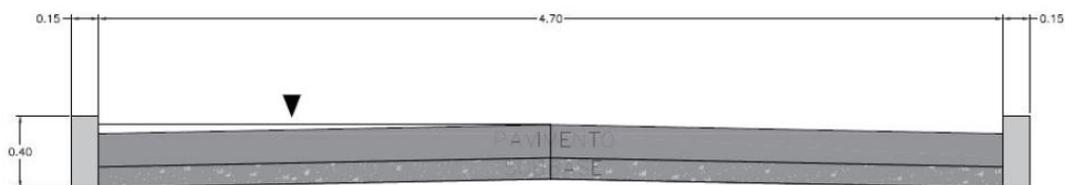
6.2.6.6 Sección transversal

Se refiere al corte transversal y perpendicular al eje de la vía, se adopta 2% de pendiente transversal o bombeo normal, además, se conserva los criterios del diseño de pavimentos encontradas en el diseño de estructuras.

A continuación, se presenta la sección típica usada para el diseño geométrico de la vía.

Figura 39

Sección típica de la vía.



Fuente: INVIAS (2008).

6.2.6.7 Señalización vial definitiva

La señalización definitiva de una vía permite brindar a los diferentes usuarios viales la información sobre las condiciones que esta presenta, tanto a nivel de prevención como reglamentario. Teniendo en cuenta que los tramos de ejecución son vías terciarias, la señalización deberá ser precisa y con la información adecuada, sin saturar de señales innecesarias que confundan, ni limitando estas a las mínimas posibles que no entreguen ninguna información clara.

Las señales recurrentes y relevantes según el tipo de vía, su geometría y estado son las que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 29

Señales viales para implementación definitiva

CÓDIGO Y NOMBRE	SEÑAL	CANTIDAD
SEÑALES REGLAMENTARIAS		
SR-11 Circulación en ambos sentidos		2
SR-30 (30) Velocidad máxima permitida		8
SEÑALES PREVENTIVAS		
SP-01 Curva cerrada a la izquierda		8
SP-02 Curva cerrada a la derecha		8
		

CÓDIGO Y NOMBRE	SEÑAL	CANTIDAD
SP-03 Curva pronunciada a la izquierda		8
SP-04 Curva pronunciada a la derecha		8
SP-07 Zona de curvas sucesivas la primera a la izquierda		5
SP-08 Zona de curvas sucesivas la primera a la derecha		6
SP-09 Curva y contracurva pronunciada primera a la izquierda		8
SP-10 Curva y contracurva pronunciada primera a la derecha		8
SP-57 Final de pavimento		2

Fuente: Propia.

6.2.7 Análisis

- Los resultados obtenidos en cada uno de los apiques realizados en la vía mostraron que no existe presencia de nivel freático a la profundidad de 1.5m, lo cual favorece a la estabilidad de la subrasante a la hora de la ejecución de la calzada debido a que se evitan problemas de movimientos de tierra o confinamiento del suelo.

- Los procesos morfodinámicos encontrados en los tramos viales corresponden a procesos de movimientos en masa tanto desgarres superficiales activos como deslizamientos inactivos. Los desgarres superficiales representan susceptibilidad media por caída de bloques y suelo, sin embargo, no pone en riesgo la estabilidad de la vía y los deslizamientos inactivos que tampoco ponen en riesgo la estabilidad de la vía.
- Teniendo en cuenta los resultados registrados anteriormente respecto a valores de capacidad portante de la subrasante, se evidencia que todas las muestras tomadas presentan un CBR con variaciones entre 3% y 14%, valores mayores al valor mínimo recomendado de 3%, esto implica que se puede adoptar el espesor estándar de subbase granular de 15 cm.
- Según los resultados obtenidos de los estudios de suelos, se infiere que podrá utilizarse material proveniente de las excavaciones para conformación de llenos estructurales siempre y cuando cumplan con las especificaciones técnicas y solicitudes de la vía. Para ello se deberá seleccionar, almacenar y proteger los materiales aptos e implementar las medidas necesarias para controlar otras variables como contenido de humedad y mezcla con otro material como consecuencia de las condiciones del entorno.
- Las condiciones del terreno cumplen con los requerimientos que exige el “Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito” del INVIAS (2007), por ende, se considera una zona apta para la construcción de la obra proyectada.
- El diseño hidráulico de la vía se realizó acorde con la topografía de las vías en cuestión y los datos de precipitación para la zona fueron tomados de la base de

datos del IDEAM, con el fin realizar los cálculos con las condiciones similares a las dadas en realidad.

- Se discriminó la pendiente por tramos para realizar un diseño óptimo y que según el Manual de drenaje para carreteras INVIAS (2009), con un diámetro de 36" cumple a cabalidad con su función de evacuación del agua en un período de retorno de 10 años, se pudo observar que la capacidad de esta supera por mucho el caudal que se va a presentar para el período de diseño.
- Con base a los resultados obtenidos del TPD, y para un periodo de diseño de 20 años para todos los análisis estructurales, se determinó una categoría de tránsito según el número de ejes equivalentes de 80 KN, en donde se emplearon los factores de equivalencia de la Universidad del Cauca.
- Se ha adoptado como vehículo de diseño el camión C-3, teniendo en cuenta la recomendación de la Guía de Diseño, y dado que la vía, una vez pavimentada, permitirá la circulación de los camiones que transporten los productos agrarios, mineros, ganaderos y demás materias primas por las actividades económicas de la región.
- Para el diseño geométrico se adoptó un espesor de subbase de 15 centímetros y un espesor de pavimento también de 20 centímetros, consideraciones bajo las cuales se presentan los volúmenes de materiales.

Finalmente, el objetivo previsto se cumplió satisfactoriamente, ya que, a partir de los diferentes estudios realizados, se cuenta con la información suficiente para pasar a la siguiente etapa de diseño geométrico y de pavimento.

6.3 Diseño de la pavimentación de la vía Giraldo cuajaron desde el kilómetro 5.900 al kilómetro 9.900.

6.3.1 Diseño de Pavimento

En el presente estudio se incluye el análisis exhaustivo de la topografía, el estudio de suelos y el diseño hidrológico de la zona seleccionada para el proyecto de mejora de las vías rurales en el municipio de Giraldo. En particular, se centra en la vereda Cuarango. Durante este estudio, se llevan a cabo trazados geométricos precisos y se evalúan diferentes opciones para la estructura del pavimento, con el objetivo de construir una solución adecuada utilizando placas-huella (Castro Mejia, 2021).

6.3.1.1 Metodología de diseño

El pavimento rígido se diseñará teniendo en cuenta el "Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements" (Packard, 1984)

Según el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del ICPC-Medellín (2008), se identifican varios atributos fundamentales de este tipo de pavimento. En primer lugar, se destaca su capacidad para proporcionar condiciones de circulación óptimas a lo largo de un extenso periodo de servicio, asegurando la integridad estructural durante los 20 años de vida útil establecidos para estas vías. Además, los pavimentos de concreto exhiben una alta resistencia al desgaste y no presentan deformaciones direccionales (huellas) en ninguna dirección. En casos donde las losas tienen longitudes inferiores a 5 metros, los efectos de temperatura en los esfuerzos son insignificantes.

La alta rigidez de los pavimentos de concreto contribuye a minimizar las cargas y los esfuerzos transmitidos al suelo, debido a que dichas cargas se distribuyen en áreas extensas. En caso de ser necesario, se pueden agregar capas de agregados pétreos seleccionados para asegurar una transmisión uniforme de los esfuerzos a la subrasante, minimizando los efectos sobre esta última

(ICPC-Medellín, 2008). Además, al ser construidos en una sola etapa, los pavimentos de concreto eliminan la incertidumbre acerca de su comportamiento a largo plazo y no requieren capas adicionales periódicas para mantener un nivel de servicio adecuado (ICPC-Medellín, 2008).

Finalmente, se resalta la posibilidad de utilizar materiales y mano de obra locales en la construcción de los pavimentos de concreto, lo que brinda beneficios adicionales en términos de disponibilidad y reducción de costos (ICPC-Medellín, 2008).

Definición de variables

Según la metodología establecida por la PCA, el diseño del espesor se determina a partir de cuatro factores de diseño, los cuales se presentan a continuación.

6.3.1.1.1 *Tránsito, pesos, frecuencias y tipos de ejes de los camiones*

A partir del informe del Estudio de Tránsito llevado a cabo para el Municipio de Giraldo en el departamento de Antioquia en el proyecto "PAVIMENTACIÓN DEL K5+900 HASTA EL K9+900 DE LA VÍA GIRALDO-CUAJARÓN DEL MUNICIPIO DE GIRALDO-ANTIOQUIA" se ha establecido una evaluación del tránsito actual de las vías del proyecto, la cual comprende los volúmenes de tránsito (TPD de las vías), los vehículos comerciales que transitan por ellas, la distribución o factor direccional por carril, factor camión y tasas de crecimiento del tránsito. A partir de dichos datos se hizo el cálculo del número de ejes equivalentes de 8.2 ton y el tránsito promedio diario, el cual es un valor relevante que se debe tener en cuenta a la hora de ejecutar el diseño, siguiendo la metodología de la PCA. Los datos relacionados al tránsito y a los ejes equivalentes de 8.2 ton para las vías del municipio se presenta en la Tabla 30.

Tabla 30

Número de ejes equivalentes de las vías del proyecto

Municipio	Vía	TPDs (2041)	Ejes eq. de 8.2 ton
Giraldo	Vía Giraldo - Cuajaron	87	184.951

Fuente: propia.

La consideración de la resistencia a la flexión del concreto es un aspecto fundamental en el proceso de diseño de pavimentos, tal como se establece en el Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito (ICPC - Medellín, 2008). Esta consideración se aplica en relación con el criterio de fatiga, ya que juega un papel crucial en el control de la fractura del pavimento bajo cargas repetitivas. Es esencial tener en cuenta que las mezclas de concreto hidráulico utilizadas en los pavimentos deben ser diseñadas de manera que garanticen la durabilidad y la resistencia deseada a la flexión. La resistencia a la flexión debe medirse a los 28 días para evaluar la calidad del concreto. Para el presente proyecto y considerando el tráfico proyectado en las vías, se selecciona un valor de resistencia a la flexión o módulo de rotura de 3.8 MPa (ICPC - Medellín, 2008).

6.3.1.1.2 Resistencia de la subrasante o modulo combinado de subrasante y subbase (k)

El Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, publicado por el ICPC - Medellín (2008), brinda orientación sobre el diseño de pavimentos considerando el soporte de la losa de concreto hidráulico y la capa subyacente. El manual abarca diferentes casos, como la ausencia de subbase, la presencia de subbase no tratada y la existencia de subbase tratada con cemento.

Para el proyecto en cuestión, tomando en cuenta la importancia de la vía (terciaria), el nivel de tránsito y el tipo de pavimento recomendado, se sugiere la utilización de una capa de soporte conformada por una subbase granular clase C del INVIAS (2007). La elección de este material permitirá obtener un espesor óptimo de pavimento de concreto hidráulico y garantizar una

estructura de pavimento homogénea que prevenga el fenómeno de bombeo en las vías. Estas recomendaciones se alinean con los lineamientos establecidos por el INVIAS (2007) en los artículos 320-13. Por lo tanto, el material empleado para la subbase debe cumplir con los requisitos indicados en el numeral 300.2 del artículo 300, los cuales incluyen aspectos de dureza, durabilidad, limpieza y resistencia (ICPC - Medellín, 2008).

Considerando las condiciones específicas y las recomendaciones derivadas del informe de Estudio Geotécnico y Estudio de Suelos, se propone un espesor de 20 cm para la subbase granular (ICPC - Medellín, 2008). Esta medida garantizará una adecuada transferencia de cargas al suelo de soporte, sin comprometer la integridad de la losa de concreto hidráulico del pavimento diseñado. La combinación de estas capas en el pavimento rígido proporcionará las condiciones óptimas para evitar daños estructurales ante el tráfico vehicular (ICPC - Medellín, 2008).

Tabla 31

Calculo de espesor de subbase de la vía del proyecto

Municipio	vía	Espesor de Subbase (cm)
Giraldo	Vía Giraldo - Cuajarón	20

Fuente: propia

En el diseño de pavimentos de concreto para vías con diferentes volúmenes de tránsito, es fundamental considerar el soporte combinado proporcionado por la subrasante y la subbase. El Manual de diseño de pavimentos de concreto del Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC) en Medellín (2008) proporciona directrices detalladas al respecto. El valor del módulo de reacción (k), que es una medida del soporte estructural del pavimento, puede estimarse mediante correlación con los resultados de CBR obtenidos del análisis de suelos realizado en el informe de Estudio de Suelos del proyecto. De acuerdo con las evaluaciones de campo utilizando el cono dinámico y los límites de Atterberg, se determinó un valor de CBR de diseño promedio de 5,5% para la vía específica incluida en el proyecto (ICPC - Medellín, 2008).

Además, se debe tener en cuenta que el Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2007) también proporciona lineamientos relevantes para el diseño de pavimentos y consideraciones sobre el soporte combinado de la subrasante y la subbase. Ambas fuentes son valiosas para garantizar un diseño de pavimento de concreto que cumpla con los requerimientos y condiciones específicas de la vía en cuestión.

Período de diseño considerado

El manual de la PCA establece que "Dado que el tráfico probablemente no podría predecirse con mucha precisión en un periodo de tiempo tan largo, un período de diseño de 20 años es comúnmente utilizado en los procedimientos de diseño de pavimento"

6.3.1.2 Transferencia de cargas y confinamiento

En el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del ICPC - Medellín (2008), se propone la implementación de un confinamiento estructural con bordillo y andén. Esta solución consiste en el uso de un bordillo de concreto prefabricado con dimensiones de 40 cm de altura, 0.80 m de longitud y 15 cm de espesor, el cual se encuentra empotrado en el terreno natural (ICPC, 2008).

Además, en la publicación del INVIAS (2007) se menciona esta misma propuesta de confinamiento estructural con bordillo y andén, el cual se utiliza para mejorar las características estructurales de las vías (INVIAS, 2007).

Dimensiones de la losa

Para determinar las dimensiones de la losa es necesario cumplir con la relación de esbeltez, como se presenta a continuación:

$$RE = \frac{Largo}{Ancho}, \quad ; \quad 1 \leq RE \leq 1.3$$

Se ha establecido dicha relación de esbeltez, según lo establecido en el capítulo

3.5 de Juntas del Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS (2007). Esta relación se ha establecido al observar que losas cuadradas tienen un mejor comportamiento estructural.

Se propone dimensiones de placa con ancho total de 4,30 metros, incluyendo los bordillos. Por lo tanto, las dimensiones efectivas de la losa se presentan en la Figura 40; estas se tomaron con el fin de optimizar la relación de esbeltez. El ancho de vía presentado corresponde al valor sin tener en cuenta el espesor de los bordillos. Estos se proponen de dimensiones de 40 cm de alto por 0.80 m de largo y 12.5 cm de espesor

Figura 40

Sección de vía



Fuente: INVIAS (2008).

6.3.1.3 Juntas

6.3.1.3.1 Juntas longitudinales

Se hacen necesarias debido a que estas contrarrestan el efecto del alabeo, el cual se presenta por que el concreto se somete a cambios de temperatura que produce esfuerzos dentro de la losa y podría generar fisuras. Cuando se tienen vías de dos carriles, como la del presente proyecto, estas juntas longitudinales coinciden con las juntas de construcción, generadas al construir la vía por carriles.

Con el objetivo de presentar un confinamiento lateral de la estructura del pavimento, es necesario dotar las juntas longitudinales con barras de anclaje seleccionadas según el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, mediante la Tabla 6-1 del INVIAS (2008).

Tabla 32

Selección de barras de anclaje

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	0,85	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Tabla 6-1. Recomendación para las barras de anclaje

Fuente: INVÍAS (2008).

Teniendo en cuenta el espesor de la losa de concreto obtenido anteriormente (180 mm), para las barras de anclaje que compondrán las juntas longitudinales del pavimento rígido se escogerán las especificaciones respecto a diámetro de barra, longitudinal y separación entre barras que se han seleccionado en la Tabla 6-1 del INVIAS (2007). Según esta tabla se establece el refuerzo de las juntas longitudinales para el diseño del pavimento, como se muestra en la Tabla 33. Sin embargo, se evidencia un error en la resistencia del acero debido a que se presentan dos valores que no coinciden. En este caso, se selecciona la resistencia del acero de 60.000 PSI que equivale a 420 MPa debido a que esta corresponde al acero comercial.

Tabla 33

Dimensionamiento de barras de acero para el pavimento

Espesor de losa	Diámetro barra	Longitud [m]	Espaciamiento [m]	Fy del acero [MPa]
18	3/8"	0.65	0.9	420

Fuente: INVIAS (2008).

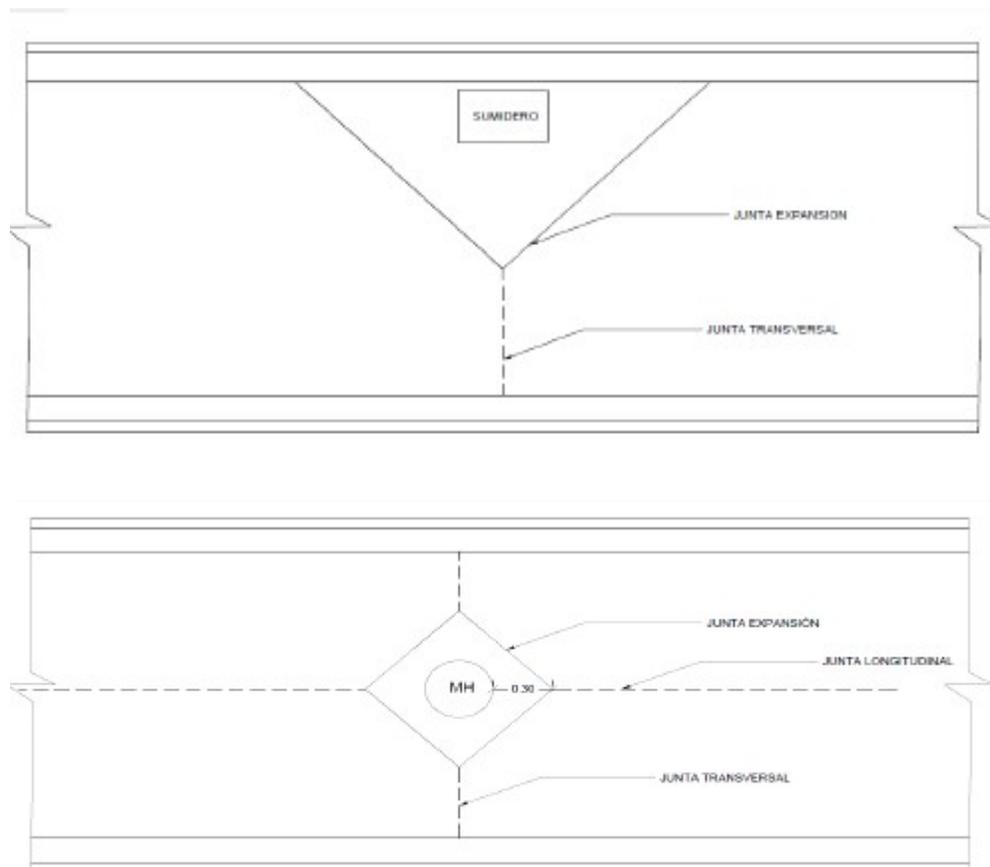
6.3.1.4 Juntas de expansión o aislamiento

Se hacen necesarias debido a la existencia de elementos incorporados en el pavimento como los son los sumideros, también cuando hay cambios bruscos de dirección en las intersecciones viales y cuando se tiene un cambio de pavimento. Para el caso de los sumideros y estructuras incorporadas en el pavimento la junta de expansión debe estar alejadas de los bordes de la estructura 300 mm y su forma debe ser poligonal o circular, para el caso de las poligonales se deben poner juntas longitudinales y transversales en casa vértice del polígono, si es circular debe ir al menos con una junta transversal o longitudinal.

Estas juntas deben tener un ancho de 10 a 15 mm. En la Figura 41 se presenta un esquema de estas juntas.

Figura 41

Esquema de juntas



Fuente INVIMAS (2008).

6.3.2 Análisis

- Se concluye que el diseño escogido tiene las siguientes características: una losa de concreto simple con resistencia a la flexión de 3.8 Mpa, con un espesor de 18 cm, la cual corresponde a una resistencia factible de ejecutar in situ y a su vez el espesor se acomoda a dimensiones de formaletas comerciales encontradas en la zona.

- Las juntas transversales o pasadores de carga para todas las vías del proyecto, las cuales se realizan con el fin de permitir que las placas se separen y se unan entre sí, pero no se desplacen de manera vertical, esto para absorber los esfuerzos cortantes generados por el tránsito; cuyo calculo dio como resultado barras de 7/8", con una longitudinal de 0,35 m, una separación de 0,3 m y un fy 420 Mpa.
- Para los casos donde se presenten losas irregulares se podrán reforzar con una doble parrilla construida con barras corrugadas de ½" de diámetro, separadas en cada sentido 0.20 m y colocadas a una distancia de 0.075m, medidos a partir del eje neutro de la losa.

6.4 Evaluación financiera de la pavimentación de los kilómetros 5.900 al 9.900 de la vía

Giraldo cuajarón.

La evaluación financiera se llevará a cabo con el propósito de analizar la viabilidad económica y los beneficios que se esperan obtener a partir de la ejecución de este proyecto de infraestructura vial. En este sentido, se estimarán las cantidades de obra, se analizarán los costos asociados con la construcción, así como las posibles ventajas económicas, ambientales y de operación, limitaciones y fortalezas.

6.4.1 Presupuesto General del Proyecto

Tabla 34

Presupuesto general del proyecto de Pavimentación Giraldo - Cuajarón

Presupuesto para Pavimentar 4 Kilómetros de la Vía Giraldo – Cuajaron, Municipio de Giraldo Antioquia.						
Ítem	Ítem INVIAS	Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Valor Parcial
1.0		Estructura de pavimento				\$3 559 276 365
1.1	210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales	m ³	4 572.7	\$14 701	\$67 222 675

Presupuesto para Pavimentar 4 Kilómetros de la Vía Giraldo – Cuajaron, Municipio de Giraldo Antioquia.						
1.2	9900.2	Transporte de material proveniente de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1000 M) medido a partir de 100 metros (100 M)	m ³ / km	9 848.2	\$1 424	\$14 023 851
1.3	310.1	Conformación de la calzada existente	m ²	17 574.0	\$1 213	\$21 317 262
1.4	320.3	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para Sub-Base Granular Clase C.	m ³	3 514.8	\$125 581	\$441 392 099
1.5	610.1	Material de Préstamo	m ³	2 580.0	\$110 982	\$286 333 560
1.6	500.1	Pavimento Hidráulico MR= 3.8 Mpa (Suministro, Formaleteado, Colocación, Curado, juntas y Acabado. No Incluye Acero)	m ³	2 880.0	\$699 016	\$2 013 166 080
1.7	672.2	Bordillo Prefabricado	m	8 000.0	\$61 852	\$494 816 000
1.8	640.1	Acero de refuerzo fy =280MPA (Pasadores Longitudinales y Transversales)	kg	25 568.9	\$7 793	\$199 258 438
1.9	810.3	Protección de Taludes con Hidrosiembra Controlada	kg	2 400.0	\$9 061	\$21 746 400
2.0		Construir obras de drenaje				\$477 661 591
2.1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	m ³	797.83	\$50 914	\$40 620 717
2.2	610.7	Relleno con arena (Protección tubería)	m ³	216.48	\$137 742	\$29 818 388
2.3	640.1	Acero de refuerzo fy=420MPA	kg	21 408.19	\$7 793	\$166 834 025
2.4	630.4	Concreta resistencia 21MPA (D) (Estructuras)	m ³	171.38	\$655 833	\$112 396 660
2.5	661.1	Tubería de concreto reforzado 21MPA de 900MM de diámetro interior	m	132.00	\$678 787	\$89 599 884
2.6	630.6	Concreta resistencia 14MPA (F)	m ³	83.71	\$458 630	\$38 391 917
3.0		Señalización				\$47 570 016
3.1	710.1	Señalización	und	94.00	\$506 064	\$47 570 016
4.0		Demolición de estructuras existentes				\$326 417
4.1	201.6	Demolición de estructuras existentes	und	1.00	\$326 417	\$326 417
Total costos directos redondeados al peso						\$4 084 834 389

Presupuesto para Pavimentar 4 Kilómetros de la Vía Giraldo – Cuajaron, Municipio de Giraldo Antioquia.		
Administración	25.198%	\$1 029 310 817
Imprevistos		\$
Utilidad	5.00%	\$204 241 719
Subtotal AIU	30.20%	\$1 233 552 536
Total costos Directos + A.I.U.		\$5 318 386 925
Costo Total de Interventoría técnica, Ambiental y Financiera		\$557 193 700
Costo Total de la Implementación del Plan de Adaptación a la Guía Ambiental (PAGA)		\$29 196 000
Presupuesto Implementación Del Protocolo De Bioseguridad-PAPSO		\$10 782 300
Implementación del Plan de Manejo de Transito		\$42 788 747
Caracterización Vial (Resolución 1860 de 2013 y 1067 de 2015 Del Ministerio de Transporte)		\$5 860 274
Valor Total del Proyecto Redondeado al Peso		\$5 964 207 946

Fuente: propia.

6.4.2 Cálculo de la Administración, Imprevistos y Utilidades

Tabla 35

Cálculo del AIU del proyecto

Cálculo de la Administración, Imprevistos y Utilidades									
Total Costos Directos Redondeados al Peso									\$ 4 084 834 389
Ítem	Descripción	Und	Cant	V.M./Base	Factor Prestacional.	Auxilio de Transporte	Dedicación	Duración (Meses)	V.Parcial
1.0	Personal Profesional Técnico								\$ 191 306 027
1.1	Director de obra (Especialista)	Un	1	\$ 5 400 000	155.79%	\$-	50%	8.0	\$ 33 649 920
1.2	Ingeniero residente de obra	Un	1	\$ 3 700 000	155.79%	\$	100%	8.0	\$ 46 112 853
1.3	Inspector de Obra	Un	1	\$ 2 200 000	155.79%	\$-	100%	8.0	\$ 27 418 453
1.4	Topógrafo	Un	1	\$ 2 400 000	155.79%	\$-	100%	8.0	\$ 29 911 040
1.5	Profesional SISO	Un	1	\$ 2 500 000	155.79%	\$-	100%	8.0	\$ 31 157 333
1.6	ingeniero ambiental	Un	1	\$ 3 700 000	155.79%	\$-	50%	8.0	\$ 23 056 427
2.0	Personal Operativo y Activo								\$ 61 467 051
2.1	Maestro de Obra	un	1	\$ 2 000 000	155.79%	\$-	100%	8.0	\$ 24 925 867
2.2	Almacenista	un	1	\$ 1 600 000	161.29%	\$ 106 454	100%	8.0	\$ 21 496 325
2.3	Cadenero	un	1	\$ 1 100 000	161.29%	\$ 106 454	100%	8.0	\$ 15 044 859
3.0	Personal de Oficina								\$ 881 272.27
3.1	Secretaria Oficina Principal	Un	1	\$ 1 300 000	161.29%	\$ 106 454	5%	8.0	\$ 881 272.27
4.0	Gastos Operacionales								\$ 37 440 000

Cálculo de la Administración, Imprevistos y Utilidades						
	Instalación de oficina y otras instalaciones provisionales					
4.1	en la obra (Incluye muebles, enseres, equipo de oficina, servicios públicos y telecomunicaciones)	Un	1	\$ 1 500 000	8.0	\$ 12 000 000
4.5	Papelería, Tinta, Fotocopias, Planos y otros	Un	1	\$ 280 000	8.0	\$ 2 240 000
4.6	Alquiler de Bodegas Provisionales (incluye servicios públicos)	Un	1	\$ 700 000	8.0	\$ 5 600 000
4.9	Alquiler de Equipo de Topografía	Un	1	\$ 2 200 000	8.0	\$ 17 600 000
5.0	Laboratorios					\$ 27 520 000
5.1	Ensayo de densidad de Base in situ uno por cada 50 m por capa no mayores de 15 cm	Un	180	\$ 40 000		\$ 7 200 000
5.2	Ensayo de laboratorio Proctor modificado para material de Base	Un	4	\$ 40 000		\$ 160 000
5.3	Ensayo de laboratorio Granulometría de material para Base	Un	4	\$ 45 000		\$ 180 000
5.4	Ensayo de laboratorio Granulometría de agregados para concreto	Un	4	\$ 45 000		\$ 180 000
5.5	Diseño de mezcla de concreto MR=3.8 MPA	Un	1	\$ 900 000		\$ 900 000
5.6	Diseño de mezcla de concreto f'c=21 MPA	Un	1	\$ 900 000		\$ 900 000
5.7	Ensayo de laboratorio de Resistencia del concreto	Un	1200	\$ 15 000		\$ 18 000 000
6.0	Vehículos					\$ 52 000 000
6.1	Alquiler de Camioneta o Campero 4x4 modelo 2015 en adelante, incluye conductor, combustible y mantenimiento	Un	1	\$ 6 500 000	8.0	\$ 52 000 000
7.0	Impacto Comunitario - Valla					\$ 1 844 542

Cálculo de la Administración, Imprevistos y Utilidades						
7.1	Suministro, transporte e instalación de valla informativa (según Circular 006 de 2014 del SGR) (3mx 2m, incluye todo lo necesario para su correcta instalación) (Acorde con diseño incluido en el proyecto)	Un	1	\$ 1 844 542		\$ 1 844 542
	Porcentaje Administración (Costo Administración/Costos Directos) costos directos de administración				21.757%	\$ 372 458 892
	Porcentaje de Imprevistos (Estimado por Obra)					\$
	Porcentaje de Utilidad				5.00%	\$ 204 241 719
	Total A.U.I. Costos Directos					\$ 576 700 611
8	% Gastos de Legalización y Perfeccionamiento				16.08%	\$ 656 851 926
8.1	Estampilla Pro-Adulto Mayor			\$ 5 297 198 863	4.0%	\$ 211 887 955
8.2	Estampilla Pro-Hospital			\$ 5 297 198 863	1.0%	\$ 52 971 989
8.3	Estampilla Pro-Cultura			\$ 5 297 198 863	2.0%	\$ 105 943 977
8.4	Contribución Especial Seguridad			\$ 5 297 198 863	5.0%	\$ 264 859 943
9	Pólizas					\$ 21 188 062
9.1	Buen manejo y correcta inversión del anticipo		0.4	\$ 5 297 198 863	0.060%	\$ 3 178 319.32
9.2	Cumplimiento General del contrato		0.1	\$ 5 297 198 863	0.100%	\$ 5 297 198.86
9.3	Pago de salarios prestaciones sociales legales e indemnizaciones laborales		0.1	\$ 5 297 198 863	0.070%	\$ 3 707 305.75
9.4	Póliza de estabilidad y calidad de las obras		0.1	\$ 5 297 198 863	0.080%	\$ 4 237 759.09
9.5	Responsabilidad civil extracontractual		El cinco por ciento (5%) del valor del contrato	\$ 5 297 198 863	0.090%	\$ 4 767 478.98
	Porcentaje Administración (Costo Administración/Costos Directos)				25.2%	\$ 1 029 310 817
	Total A.I.U.				30.2%	\$ 1 233 552 536

Fuente: Propia

6.4.3 Factor Multiplicador para Caracterización Vial

Tabla 36

Factor prestacional del presupuesto de obra.

Cálculo Del Factor Multiplicador para Caracterización Vial			
Factor multiplicador para personal profesional, administrativo y técnico, en caracterización vial			
No	%Descripción		%
A	VALOR BASE (SUELDO)		100
B	PRESTACIONES SOCIALES		62.29
B.1	Cesantías	(A/12)	8.33
B.2	Intereses sobre cesantías	(a*12%)	1.00
B.3	Prima anual	(A/12)	8.33
B.4	Caja de Compensación	4%A	4.00
B.5	Sistema de seguridad Social: Salud	12.5%A	8.50
B.6	Sistema de seguridad Social: Pensión	16%A	12.00
B.7	ARL Personal	6,96%A	6.96
B.8	Vacaciones	(15/360*100)	4.17
B.9	Dotación	%A	6.00
B.10	Otros Subsidios (Transporte, prestaciones extralegales, incapacidades no cubiertas)	%A	3.00
C	Suma (A+B)		162.29
D	Honorarios (Utilidad del consultor y costos no previstos) 12%*C	12%F	19.48
	Factor Multiplicador (C+D)		181.77
	Factor Multiplicador		1.82

Fuente: propia.

6.4.4 Presupuesto de la Interventoría

Tabla 37

Presupuesto de la Interventoría

Cálculo Detallado del Valor de la Interventoría							
Estudios y Diseños para la Construcción de la Pavimentación en la vía Giraldo – Cuajaron en el Municipio de Giraldo							
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	V.M./Base	Dedicación	Duración (Meses)	V. Parcial
1.0	Personal Profesional Técnico						\$ 141 840 000
1.1	Director de Interventoría	Un	1	\$ 5 400 000	20%	8.0	\$ 8 640 000
1.2	Ingeniero Civil residente Interventoría	Un	2	\$ 3 700 000	100%	8.0	\$ 59 200 000
1.4	Profesional SISO	Un	2	\$ 2 500 000	100%	8.0	\$ 40 000 000
1.5	Ingeniero Ambiental	Un	1	\$ 3 700 000	50%	8.0	\$ 14 800 000
1.6	Topógrafo	Un	1	\$ 2 400 000	100%	8.0	\$ 19 200 000
Total Costos de Personal							\$ 141 840 000
Factor Multiplicador					2.25		
Total Costos de Personal Afectado por FM							\$ 319 140 000
4.0	Otros Costos						\$ 149 090 000
4.1	Instalacion de oficina y otras instalaciones provisionales en la obra (Incluye muebles, enseres,	Un	1	\$ 1 500 000		8.0	\$ 12 000 000

Cálculo Detallado del Valor de la Interventoría						
	equipo de oficina, servicios públicos y telecomunicaciones)					
4.5	Papelería, Tinta, Fotocopias, Planos y otros	Un	1	\$ 280 000	8.0	\$ 2 240 000
4.9	Alquiler de Equipo de Topografía	Un	1	\$ 2 000 000	8.0	\$ 16 000 000
4.10	Laboratorios					
4.10.1	Ensayo de densidad de Subbase in situ (1) uno por cada 100 m por capa no mayores de 15 cm	Un	90	\$ 45 000		\$ 4 050 000
4.10.3	Ensayo de laboratorio de Resistencia del concreto	Un	240	\$ 45 000		\$ 10 800 000
4.11	Alquiler de Camioneta o Campero 4x4 modelo 2015 en adelante, incluye conductor, combustible y mantenimiento	Un	2	\$ 6 500 000	8.0	\$ 104 000 000
	Total Otros Costos					\$ 149 090 000
	Total Costos De Personal + Otros Costos					\$ 468 230 000
	Iva (19%)				19%	\$ 88 963 700
	Costo Total De Interventoría					\$ 557 193 700

Fuente: propia.

6.4.5 Factor Multiplicador

Tabla 38

Factor Multiplicador para personal profesional, administrativo y técnico

Cálculo Del Factor Multiplicador Interventoría, para la Pavimentación de la vía Giraldo – Cuajaron, en el Municipio De Giraldo			
Ítem	Descripción		%
A	Valor Base (Sueldo)		100
B	Prestaciones Sociales		56.29
B.1	Cesantías	(A/12)	8.33
B.2	Intereses sobre cesantías	(a*12%)	1.00
B.3	Prima anual	(A/12)	8.33
B.4	Caja de Compensación	4%A	4.00
B.5	Sistema de seguridad Social: Salud	12.5%A	8.50
B.6	Sistema de seguridad Social: Pensión	16%A	12.00
B.7	ARL Personal	6,96%A	6.96
B.8	Vacaciones	(15/360*100)	4.17
B.9	Dotación	%A	1.00
B.10	Otros Subsidios (Transporte, prestaciones extralegales, incapacidades no cubiertas)	%A	2.00
C	Suma (A+B)		156.29
D	Gastos Indirectos y Perfeccionamiento		22.00
	Cumplimiento del contrato		1.00
	Pago de salarios, prestaciones sociales legales e indemnizaciones laborales		2.00
	Calidad del servicio		1.00
	gastos administrativos indirectos de perfeccionamiento		14.00
	Personal Profesional no facturado		4.00
E	Gastos Generales y de Administración		12.00
E.1	Asesoría contable tributaria y jurídica	%E	6

Cálculo Del Factor Multiplicador Interventoría, para la Pavimentación de la vía Giraldo – Cuajaron, en el Municipio De Giraldo			
E.2	Documentación Técnica	%E	6
F	Subtotal (C+D+E)		190.29
G	Honorarios (Utilidad Del Consultor Y Costos No Previstos)		
	18%*F	18%*F	34.25
	Factor Multiplicador (F+G)		224.55
	Factor Multiplicador		2.25

Fuente: propia.

6.4.6 Presupuesto plan general de manejo de tráfico señalización y desvíos

Tabla 39

Presupuesto del plan de manejo de tránsito (PMT)

Presupuesto Plan General De Manejo De Trafico Señalización y desvíos								
Ítem	Descripción	Unidad	Cant.		Vr Unitario			Valor Parcial
1.0	DISPOSITIVOS, SEÑALIZACION Y EQUIPOS							\$ 16 982 880
1.1	Dispositivos De Control							\$ 16 982 880
1.1.1	Delineadores tubulares (Colombinas)	Un	68		\$ 51 470			\$ 3 499 960
1.1.2	Barreras plásticas de Aproximación (Maletines o similar)	Un	3		\$ 547 514			\$ 1 642 542
1.1.3	Cinta Plástica "PELIGRO NO PASE"	M	8400		\$66			\$ 554 400
1.1.4	Flasher luminoso para barricadas	Un	12		\$ 89 409			\$ 1 072 908
1.1.5	SPO-01 Trabajadores en la vía	Un	3		\$ 371 045			\$ 1 113 135
1.1.6	SPO-02 Maquinaria en la vía	Un	3		\$ 371 045			\$ 1 113 135
1.1.7	SPO-03 Auxiliar de Transito	Un	3		\$ 371 045			\$ 1 113 135
1.1.8	SRO-0 Cierre de vía	Un	3		\$ 371 045			\$ 1 113 135
1.1.9	SRO-04 Pare/Siga	Un	3		\$ 329 142			\$ 987 426
1.1.10	SPO-30 reducción Asimétrica de Calzada Izquierda	Un	1.5		\$ 578 558			\$ 867 837
1.1.10	SPO-31 reducción asimétrica de Calzada Derecha	Un	0.75		\$ 578 558			\$ 433 919
1.1.11	SIO-03 Fin de Obra	Un	3		\$ 578 558			\$ 1 735 674
1.1.12	SIO-24 Peatones	Un	3		\$ 578 558			\$ 1 735 674
Subtotal	Plan de Manejo de Trafico Dispositivos, señalización y Plan de Contingencia							\$ 16 982 880
Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	V.M./Base	Factor Prest.	Dedicación	Duración (Meses)	Valor Parcial

Presupuesto Plan General De Manejo De Trafico Señalización y desvíos								
2	Personal Profesional, Auxiliares De Transito Y Brigadas (B)							
2.1	Auxiliar de Transito	Mes	2.0	\$ 1 000 000	161.29%	1.0	8	\$ 25 805 867
Subtotal Implementación Plan De Manejo De Trafico (Personal)								\$ 25 805 867
Valor Total implementación Plan De Manejo De Transito								\$42 788 747

Fuente: propia.

6.4.7 Cronograma y Flujo de Caja

Tabla 40

Cronograma y Flujo de caja para el mes 1

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 1			
				SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
1.0		Estructura de pavimento					
1.1	210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales	8	\$ 8 402 834	\$ 8 402 834	\$ 8 402 834	\$ 8 402 834
		Transporte de material proveniente de la excavación de la explanación, canales y					
1.2	900.2	préstamos para distancias mayores de mil metros (1000 M) medido a partir de 100 metros (100 M)	8	\$ 1 752 981	\$ 1 752 981	\$ 1 752 981	\$ 1 752 981
1.3	310.1	Conformación de la calzada existente	14		\$ 1 522 662	\$ 1 522 662	\$ 1 522 662
1.4	320.3	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para Sub-Base Granular Clase C.	14		\$ 31 528 007	\$ 31 528 007	\$ 31 528 007
1.5	610.1	Material de Préstamo	12			\$ 23 861 130	\$ 23 861 130
1.6	500.1	Pavimento hidráulico MR= 3.8 Mpa (Suministro, Formateado, Colocación, Curado, juntas y Acabado. No Incluye Acero)	20				
1.7	672.2	Bordillo Prefabricado	18				
1.8	640.1	Acero de refuerzo fy 280MPA (Pasadores Longitudinales y Transversales)	20				
1.9	810.3	Protección de Taludes con Hidrosiembra Controlada	4				
2.0		Construir obras de drenaje					
2.1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	4				
2.2	610.7	Relleno con arena (Protección tubería)	8				
2.3	640.1	Acero de refuerzo fy 420MPA	8				
2.4	630.4	Concreto resistencia 21MPA (D) (Estructuras)	8				
2.5	661.1	Tubería de concreto reforzado 21MPA de 900MM de diámetro interior	8				

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 1			
2.6	630.6	Concreto resistencia 14MPA (F)	8				
3.0		Señalización					
3.1	710.1	Señalización	4				
4.0		Demolición de estructuras existentes					
4.1	201.6	Demolición de estructuras existentes	1				
Total costos directos redondeados al peso							
Administración			Costo	\$ 10 155 816	\$ 43 206 484	\$ 67 067 614	\$ 67 067 614
			Directo				
Imprevistos				\$ 10 155 816	\$ 53 362 300	\$ 120 429 915	\$ 187 497 529
Utilidad			AU	\$ 3 066 889	\$ 13 047 645	\$ 20 253 312	\$ 20 253 312
SUBTOTAL AIU				\$ 3 066 889	\$ 16 114 534	\$ 36 367 846	\$ 56 621 158
Total costos Directos + A.I.U.			TOTAL	\$ 13 222 704	\$ 56 254 129	\$ 87 320 927	\$ 87 320 927
COSTO TOTAL DE INTERVENTORÍA TÉCNICA, AMBIENTAL Y FINANCIERA				\$ 13 222 704	\$ 69 476 834	\$ 156 797 760	\$ 244 118 687

Fuente: propia.

Tabla 41*Cronograma y Flujo de caja para el mes 2*

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 2			
				SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8
1.0		Estructura de pavimento		SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8
1.1	210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales	8	\$ 8 402 834	\$ 8 402 834	\$ 8 402 834	\$ 8 402 834
1.2	900.2	Transporte de material proveniente de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1000 M) medido a partir de 100 metros (100 M)	8	\$ 1 752 981	\$ 1 752 981	\$ 1 752 981	\$ 1 752 981
1.3	310.1	Conformación de la calzada existente	14	\$ 1 522 662	\$ 1 522 662	\$ 1 522 662	\$ 1 522 662
1.4	320.3	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para Sub-Base Granular Clase C.	14	\$ 31 528 007	\$ 31 528 007	\$ 31 528 007	\$ 31 528 007
1.5	610.1	Material de Préstamo	12	\$ 23 861 130	\$ 23 861 130	\$ 23 861 130	\$ 23 861 130
1.6	500.1	Pavimento hidráulico MR= 3.8 Mpa (Suministro, Formateado, Colocación, Curado, juntas y Acabado. No Incluye Acero)	20	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304
1.7	672.2	Bordillo Prefabricado	18			\$ 27 489 778	\$ 27 489 778
1.8	640.1	Acero de refuerzo fy 280MPA (Pasadores Longitudinales y Transversales)	20	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922
1.9	810.3	Protección de Taludes con Hidrosiembra Controlada	4				
2.0		Construir obras de drenaje					
2.1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	4	\$ 10 155 179	\$ 10 155 179	\$ 10 155 179	\$ 10 155 179
2.2	610.7	Relleno con arena (Protección tubería)	8		\$ 3 727 299	\$ 3 727 299	\$ 3 727 299
2.3	640.1	Acero de refuerzo fy 420MPA	8		\$ 20 854 253	\$ 20 854 253	\$ 20 854 253
2.4	630.4	Concreto resistencia 21MPA (D) (Estructuras)	8		\$ 14 049 583	\$ 14 049 583	\$ 14 049 583
2.5	661.1	Tubería de concreto reforzado 21MPA de 900MM de diámetro interior	8			\$ 11 199 986	\$ 11 199 986
2.6	630.6	Concreto resistencia 14MPA (F)	8			\$ 4 798 990	\$ 4 798 990
3.0		Señalización					
3.1	710.1	Señalización	4				
4.0		Demolición de estructuras existentes					

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 2			
4.1	201.6	Demolición de estructuras existentes	1	\$ 326 417			
Total costos directos redondeados al peso							
Administración			Costo Directo	\$ 210 542 176	\$ 247 989 993	\$ 188 170 437	\$ 226 475 154
Imprevistos				\$ 453 155 356	\$ 701 145 349	\$ 375 667 966	\$ 602 143 119
Utilidad			AU	\$ 60 087 084	\$ 70 774 396	\$ 56 824 365	\$ 68 391 757
SUBTOTAL AIU				\$ 129 326 980	\$ 200 101 376	\$ 113 445 523	\$ 181 837 279
Total costos Directos + A.I.U.				TOTAL	\$ 270 629 259	\$ 318 764 389	\$ 244 994 801
COSTO TOTAL DE INTERVENTORÍA TÉCNICA, AMBIENTAL Y FINANCIERA					\$ 582 482 336	\$ 901 246 726	\$ 489 113 488
						\$ 783 980 399	

Fuente: propia.

Tabla 42

Cronograma y Flujo de caja para el mes 3

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 3			
				SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
1.0		Estructura de pavimento					
1.1	210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales	8				
1.2	900.2	Trasnporte de material proveniente de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1000 M) medido a partir de 100 metros (100 M)	8				
1.3	310.1	Conformación de la calzada existente	14	\$ 1 522 662	\$ 1 522 662	\$ 1 522 662	\$ 1 522 662
1.4	320.3	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para Sub-Base Granular Clase C.	14	\$ 31 528 007	\$ 31 528 007	\$ 31 528 007	\$ 31 528 007
1.5	610.1	Material de Préstamo	12	\$ 23 861 130	\$ 23 861 130	\$ 23 861 130	\$ 23 861 130
1.6	500.1	Pavimento hidráulico MR= 3.8 Mpa (Suministro, Formaleteado, Colocación, Curado, juntas y Acabado. No Incluye Acero)	20	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304
1.7	672.2	Bordillo Prefabricado	18	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778
1.8	640.1	Acero de refuerzo fy 280MPA (Pasadores Longitudinales y Transversales)	20	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922
1.9	810.3	Protección de Taludes con Hidrosiembra Controlada	4				
2.0		Construir obras de drenaje					
2.1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	4				
2.2	610.7	Relleno con arena (Protección tubería)	8	\$ 3 727 299	\$ 3 727 299	\$ 3 727 299	\$ 3 727 299
2.3	640.1	Acero de refuerzo fy 420MPA	8	\$ 20 854 253	\$ 20 854 253	\$ 20 854 253	\$ 20 854 253
2.4	630.4	Concreto resistencia 21MPA (D) (Estructuras)	8	\$ 14 049 583	\$ 14 049 583	\$ 14 049 583	\$ 14 049 583
2.5	661.1	Tubería de concreto reforzado 21MPA de 900MM de diámetro interior	8	\$ 11 199 986	\$ 11 199 986	\$ 11 199 986	\$ 11 199 986
2.6	630.6	Concreto resistencia 14MPA (F)	8	\$ 4 798 990	\$ 4 798 990	\$ 4 798 990	\$ 4 798 990
3.0		Señalización					
3.1	710.1	Señalización	4				
4.0		Demolición de estructuras existentes					

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 3			
4.1	201.6	Demolición de estructuras existentes	1				
Total costos directos redondeados al peso							
Administración			Costo Directo	\$ 249 652 912	\$ 249 652 912	\$ 249 652 912	\$ 249 652 912
Imprevistos				\$ 1 391 723 844	\$ 1 641 376 756	\$ 1 891 029 667	\$ 2 140 682 579
Utilidad			AU	\$ 75 391 057	\$ 75 391 057	\$ 75 391 057	\$ 75 391 057
SUBTOTAL AIU				\$ 420 277 621	\$ 495 668 678	\$ 571 059 735	\$ 646 450 792
Total costos Directos + A.I.U.			TOTAL	\$ 325 043 969			
COSTO TOTAL DE INTERVENTORÍA TÉCNICA, AMBIENTAL Y FINANCIERA				\$ 1 812 001 465	\$ 2 137 045 433	\$ 2 462 089 402	\$ 2 787 133 370

Fuente: propia.

Tabla 43

Cronograma y Flujo de caja para el mes 4

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 4			
				SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16
1.0		Estructura de pavimento					
1.1	210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales	8				
1.2	900.2	Transporte de material proveniente de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1000 M) medido a partir de 100 metros (100 M)	8				
1.3	310.1	Conformación de la calzada existente	14	\$ 1 522 662	\$ 1 522 662	\$ 1 522 662	
1.4	320.3	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para Sub-Base Granular Clase C.	14	\$ 31 528 007	\$ 31 528 007	\$ 31 528 007	
1.5	610.1	Material de Préstamo	12	\$ 23 861 130	\$ 23 861 130		
1.6	500.1	Pavimento hidráulico MR= 3.8 Mpa (Suministro, Formateado, Colocación, Curado, juntas y Acabado. No Incluye Acero)	20	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304
1.7	672.2	Bordillo Prefabricado	18	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778
1.8	640.1	Acero de refuerzo fy 280MPA (Pasadores Longitudinales y Transversales)	20	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922
1.9	810.3	Protección de Taludes con Hidrosiembra Controlada	4				
2.0		Construir obras de drenaje					
2.1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	4				
2.2	610.7	Relleno con arena (Protección tubería)	8	\$ 3 727 299			
2.3	640.1	Acero de refuerzo fy 420MPA	8	\$ 20 854 253			
2.4	630.4	Concreto resistencia 21MPA (D) (Estructuras)	8	\$ 14 049 583			
2.5	661.1	Tubería de concreto reforzado 21MPA de 900MM de diámetro interior	8	\$ 11 199 986	\$ 11 199 986		
2.6	630.6	Concreto resistencia 14MPA (F)	8	\$ 4 798 990	\$ 4 798 990		
3.0		Señalización					
3.1	710.1	Señalización	4				
4.0		Demolición de estructuras existentes					

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 4			
4.1	201.6	Demolición de estructuras existentes	1				
Total costos directos redondeados al peso							
Administración			Costo Directo	\$ 249 652 912	\$ 211 021 777	\$ 171 161 672	\$ 138 111 004
Imprevistos				\$ 2 390 335 490	\$ 2 601 357 268	\$ 2 772 518 940	\$ 2 910 629 944
Utilidad			AU	\$ 75 391 057	\$ 63 725 092	\$ 51 687 999	\$ 41 707 243
SUBTOTAL AIU				\$ 721 841 849	\$ 785 566 941	\$ 837 254 940	\$ 878 962 183
Total costos Directos + A.I.U.			TOTAL	\$ 325 043 969	\$ 274 746 870	\$ 222 849 671	\$ 179 818 246
COSTO TOTAL DE INTERVENTORÍA TÉCNICA, AMBIENTAL Y FINANCIERA				\$ 3 112 177 339	\$ 3 386 924 209	\$ 3 609 773 880	\$ 3 789 592 126

Fuente: Propia.

Tabla 44*Cronograma y Flujo de caja para el mes 5*

ITEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 5			
				SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20
1.0		Estructura de pavimento		SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20
1.1	210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales	8				
		Transporte de material proveniente de la excavación de la explanación, canales y					
1.2	900.2	préstamos para distancias mayores de mil metros (1000 M) medido a partir de 100 metros (100 M)	8				
1.3	310.1	Conformación de la calzada existente	14				
1.4	320.3	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para Sub-Base Granular Clase C.	14				
1.5	610.1	Material de Préstamo	12				
1.6	500.1	Pavimento hidráulico MR= 3.8 Mpa (Suministro, Formateado, Colocación, Curado, juntas y Acabado. No Incluye Acero)	20	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304
1.7	672.2	Bordillo Prefabricado	18	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778
1.8	640.1	Acero de refuerzo fy 280MPA (Pasadores Longitudinales y Transversales)	20	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922
1.9	810.3	Protección de Taludes con Hidrosiembra Controlada	4				\$ 5 436 600
2.0		Construir obras de drenaje					
2.1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	4				
2.2	610.7	Relleno con arena (Protección tubería)	8				
2.3	640.1	Acero de refuerzo fy 420MPA	8				
2.4	630.4	Concreto resistencia 21MPA (D) (Estructuras)	8				
2.5	661.1	Tubería de concreto reforzado 21MPA de 900MM de diámetro interior	8				
2.6	630.6	Concreto resistencia 14MPA (F)	8				
3.0		Señalización					
3.1	710.1	Señalización	4				
4.0		Demolición de estructuras existentes					

ITEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 5			
4.1	201.6	Demolición de estructuras existentes	1				
Total costos directos redondeados al peso							
Administración			Costo	\$ 138 111 004	\$ 138 111 004	\$ 138 111 004	\$ 143 547 604
			Directo				
Imprevistos				\$ 3 048 740 947	\$ 3 186 851 951	\$ 3 324 962 955	\$ 3 468 510 558
Utilidad			5.0%	\$ 41 707 243	\$ 41 707 243	\$ 41 707 243	\$ 43 349 006
SUBTOTAL AIU				30.20%	\$ 920 669 425	\$ 962 376 668	\$ 1 004 083 910
Total costos Directos + A.I.U.				TOTAL	\$ 179 818 246	\$ 179 818 246	\$ 179 818 246
COSTO TOTAL DE INTERVENTORÍA TÉCNICA, AMBIENTAL Y FINANCIERA					\$ 3 969 410 373	\$ 4 149 228 619	\$ 4 329 046 865
						\$ 4 515 943 475	

Fuente: Propia.

Tabla 45

Cronograma y Flujo de caja para el mes 6

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 6			
				SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24
1.0		Estructura de pavimento					
1.1	210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales	8				
1.2	900.2	Transporte de material proveniente de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1000 M) medido a partir de 100 metros (100 M)	8				
1.3	310.1	Conformación de la calzada existente	14				
1.4	320.3	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para Sub-Base Granular Clase C.	14				
1.5	610.1	Material de Préstamo	12				
1.6	500.1	Pavimento hidráulico MR= 3.8 Mpa (Suministro, Formateado, Colocación, Curado, juntas y Acabado. No Incluye Acero)	20	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304	\$ 100 658 304
1.7	672.2	Bordillo Prefabricado	18	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778	\$ 27 489 778
1.8	640.1	Acero de refuerzo fy 280MPA (Pasadores Longitudinales y Transversales)	20	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922	\$ 9 962 922
1.9	810.3	Protección de Taludes con Hidrosiembra Controlada	4	\$ 5 436 600	\$ 5 436 600	\$ 5 436 600	
2.0		Construir obras de drenaje					
2.1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	4				
2.2	610.7	Relleno con arena (Protección tubería)	8				
2.3	640.1	Acero de refuerzo fy 420MPA	8				
2.4	630.4	Concreto resistencia 21MPA (D) (Estructuras)	8				
2.5	661.1	Tubería de concreto reforzado 21MPA de 900MM de diámetro interior	8				
2.6	630.6	Concreto resistencia 14MPA (F)	8				
3.0		Señalización					
3.1	710.1	Señalización	4	\$ 11 892 504	\$ 11 892 504	\$ 11 892 504	\$ 11 892 504
4.0		Demolición de estructuras existentes					

ÍTEM	ÍTEM INVIAS	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	MES 6				
4.1	201.6	Demolición de estructuras existentes	1					
Total costos directos redondeados al peso								
Administración			Costo Directo	\$ 155 440 108	\$ 155 440 108	\$ 155 440 108	\$ 150 003 508	
Imprevistos				\$ 3 623 950 666	\$ 3 779 390 774	\$ 3 934 830 881	\$ 4 084 834 389	
Utilidad			AU	\$ 46 940 346	\$ 46 940 346	\$ 46 940 346	\$ 45 298 582	
SUBTOTAL AIU				\$ 1 094 373 262	\$ 1 141 313 608	\$ 1 188 253 954	\$ 1 233 552 536	
Total costos Directos + A.I.U.				TOTAL	\$ 202 380 454	\$ 202 380 454	\$ 202 380 454	\$ 195 302 090
COSTO TOTAL DE INTERVENTORÍA TÉCNICA, AMBIENTAL Y FINANCIERA					\$ 4 718 323 928	\$ 4 920 704 382	\$ 5 123 084 836	\$ 5 318 386 926

Fuente: Propia.

6.4.8 Análisis de riesgos identificados

En el tramo vial analizado, se han identificado varios taludes propensos a derrumbes y deslizamientos, los cuales han tenido un impacto significativo en la carretera. Estos eventos suelen ocurrir en paralelo a los taludes, y en algunos casos, se deben a procesos erosivos. Además, se ha observado la invasión de viviendas en el área restringida, donde los residentes realizan actividades agrícolas en las laderas adyacentes a la vía. Esta práctica contribuye a mantener niveles de humedad constantes en el suelo. Lamentablemente, estas viviendas carecen de un sistema de saneamiento adecuado, lo que resulta en la disposición inadecuada de desechos y excretas en las cunetas de la carretera, obstruyendo el flujo natural del agua. Además, algunas de estas viviendas son vulnerables a deslizamientos, lo cual representa un riesgo para sus habitantes. En vista de esto, es crucial implementar medidas efectivas para estabilizar y gestionar los taludes a lo largo de la vía, al mismo tiempo que se promueve la concientización y educación ambiental en la comunidad circundante. Estas acciones permitirán reducir los riesgos asociados a los deslizamientos, proteger la infraestructura vial y fomentar una convivencia segura y armoniosa entre los residentes y la carretera (Palma Colindres, 2012). A lo largo del tramo vial analizado, se han identificado diversos taludes que muestran una alta incidencia de derrumbes y deslizamientos. Estos eventos suelen manifestarse de manera paralela al pie del talud de la carretera y, en algunos casos, son consecuencia de procesos erosivos, lo que ha tenido un impacto significativo en la vía (Palma Colindres, 2012).

Es relevante destacar que en ciertas secciones de la carretera se ha observado la invasión de viviendas en el derecho de vía, lo que ha llevado a los residentes a realizar actividades agrícolas en las laderas adyacentes a la vía. Esta práctica ha contribuido a mantener niveles constantes de humedad en el suelo, y desafortunadamente, estas viviendas carecen de un sistema de saneamiento

adecuado. Como resultado, se ha observado la disposición inadecuada de desechos y excretas en las cunetas de la carretera, generando obstrucciones tanto en las cunetas como en las cajas y tuberías, dificultando así el flujo natural del agua. Además, algunas de estas viviendas se encuentran en situación de vulnerabilidad ante posibles deslizamientos, lo que representa un riesgo para la seguridad de sus habitantes (Palma Colindres, 2012).

Estos aspectos resaltan la necesidad de implementar medidas efectivas para estabilizar y gestionar los taludes a lo largo de la vía. Además, es crucial promover la concientización y educación ambiental en la comunidad circundante. De esta manera, se podrá reducir los riesgos asociados a los deslizamientos, proteger la infraestructura vial y fomentar una convivencia armoniosa entre los residentes y la carretera (Palma Colindres, 2012).

6.4.9 Características de la zona

En el tramo vial analizado, se han identificado varios taludes propensos a derrumbes y deslizamientos, los cuales han tenido un impacto significativo en la carretera. Estos eventos suelen ocurrir en paralelo a los taludes, y en algunos casos, se deben a procesos erosivos. Además, se ha observado la invasión de viviendas en el área restringida, donde los residentes realizan actividades agrícolas en las laderas adyacentes a la vía. Esta práctica contribuye a mantener niveles de humedad constantes en el suelo. Lamentablemente, estas viviendas carecen de un sistema de saneamiento adecuado, lo que resulta en la disposición inadecuada de desechos y excretas en las cunetas de la carretera, obstruyendo el flujo natural del agua. Además, algunas de estas viviendas son vulnerables a deslizamientos, lo cual representa un riesgo para sus habitantes. En vista de esto, es crucial implementar medidas efectivas para estabilizar y gestionar los taludes a lo largo de la vía, al mismo tiempo que se promueve la concientización y educación ambiental en la comunidad circundante. Estas acciones permitirán reducir los riesgos asociados a los deslizamientos, proteger la infraestructura vial y fomentar una convivencia segura y armoniosa entre los residentes y la

carretera (Palma Colindres, 2012). A lo largo del tramo vial analizado, se han identificado diversos taludes que muestran una alta incidencia de derrumbes y deslizamientos. Estos eventos suelen manifestarse de manera paralela al pie del talud de la carretera y, en algunos casos, son consecuencia de procesos erosivos, lo que ha tenido un impacto significativo en la vía (Palma Colindres, 2012).

Es relevante destacar que en ciertas secciones de la carretera se ha observado la invasión de viviendas en el derecho de vía, lo que ha llevado a los residentes a realizar actividades agrícolas en las laderas adyacentes a la vía. Esta práctica ha contribuido a mantener niveles constantes de humedad en el suelo, y desafortunadamente, estas viviendas carecen de un sistema de saneamiento adecuado. Como resultado, se ha observado la disposición inadecuada de desechos y excretas en las cunetas de la carretera, generando obstrucciones tanto en las cunetas como en las cajas y tuberías, dificultando así el flujo natural del agua. Además, algunas de estas viviendas se encuentran en situación de vulnerabilidad ante posibles deslizamientos, lo que representa un riesgo para la seguridad de sus habitantes (Palma Colindres, 2012).

Estos aspectos resaltan la necesidad de implementar medidas efectivas para estabilizar y gestionar los taludes a lo largo de la vía. Además, es crucial promover la concientización y educación ambiental en la comunidad circundante. De esta manera, se podrá reducir los riesgos asociados a los deslizamientos, proteger la infraestructura vial y fomentar una convivencia armoniosa entre los residentes y la carretera (Palma Colindres, 2012).

6.4.10 Características de la zona

Es relevante destacar que en ciertas secciones de la carretera se ha observado la invasión de viviendas en el derecho de vía, lo que ha llevado a los residentes a realizar actividades agrícolas en las laderas adyacentes a la vía. Esta práctica ha contribuido a mantener niveles constantes de humedad en el suelo, y desafortunadamente, estas viviendas carecen de un sistema de saneamiento

adecuado. Como resultado, se ha observado la disposición inadecuada de desechos y excretas en las cunetas de la carretera, generando obstrucciones tanto en las cunetas como en las cajas y tuberías, dificultando así el flujo natural del agua. Además, algunas de estas viviendas se encuentran en situación de vulnerabilidad ante posibles deslizamientos, lo que representa un riesgo para la seguridad de sus habitantes (Palma Colindres, 2012).

Estos aspectos resaltan la necesidad de implementar medidas efectivas para estabilizar y gestionar los taludes a lo largo de la vía. Además, es crucial promover la concientización y educación ambiental en la comunidad circundante. De esta manera, se podrá reducir los riesgos asociados a los deslizamientos, proteger la infraestructura vial y fomentar una convivencia armoniosa entre los residentes y la carretera (Palma Colindres, 2012).

6.4.10.1.1 *Uso de suelo*

En la zona de influencia, la tierra se utiliza principalmente con fines agrícolas, siendo los suelos altamente propensos a la erosión, pero también muy productivos. Los cultivos incluyen maíz, frijol, una variedad de frutas, verduras y café de alta calidad, debido a las condiciones ideales de altitud (Palma Colindres, 2012).

6.4.10.1.2 *Clima*

Giraldo, Antioquia, se encuentra en una región montañosa que le otorga características climáticas particulares. La altitud promedio en Giraldo es de aproximadamente 1.670 metros sobre el nivel del mar, lo cual influye directamente en su clima, generando condiciones más frescas en comparación con áreas de menor altitud en Antioquia. En términos de temperatura, Giraldo tiene un clima templado con variaciones estacionales moderadas. La temperatura promedio anual ronda los 18°C, con máximas de hasta 25°C durante los meses más cálidos, como diciembre y enero, y mínimas que pueden descender hasta los 10°C durante los meses más fríos, como julio y agosto. Es relevante destacar que la temperatura varía según la altitud, siendo más baja en las zonas más

elevadas del municipio. Además, la presencia de montañas y valles también influye en la distribución de las temperaturas.

6.4.10.1.3 Sismicidad

Se evidencia poca actividad sísmica.

6.4.10.1.4 Deslizamientos

El municipio de Giraldo, Antioquia, se encuentra en alto riesgo de deslizamientos debido al cambio climático. La combinación de aumento en la temperatura, cambios en las precipitaciones y la baja capacidad adaptativa de la comunidad local aumenta la vulnerabilidad de la región. Para mitigar estos riesgos, es necesario implementar medidas de adaptación que fortalezcan la resiliencia de la comunidad y protejan el medio ambiente (CORPOURABA, 2022). El cambio climático se manifiesta en Giraldo a través de un aumento en la temperatura, lo que contribuye a la aceleración de los procesos de erosión del suelo. La combinación de altas temperaturas con episodios de lluvias intensas e impredecibles aumenta el riesgo de deslizamientos en la región. Los deslizamientos son eventos geodinámicos que pueden ocurrir en pendientes pronunciadas y se ven agravados por la pérdida de cohesión del suelo debido a la erosión y la saturación por las precipitaciones (CORPOURABA, 2022).

6.4.10.2 Matriz de mitigación

El tramo vial bajo estudio se encuentra expuesto a diversas amenazas naturales relacionadas con fenómenos hidrometeorológicos, así como a influencias antrópicas, lo que provoca inestabilidad en los taludes de corte y terraplenes, así como la posibilidad de que se produzcan flujos de lodos y detritos. Para obtener un inventario de riesgos y vulnerabilidades, se recopiló documentación de la zona y se realizó una interpretación del uso del suelo, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 46

Matriz de medida de mitigación del área de estudio

No	Tramo		Lado	Tipo De Amenaza	Vulnerabilidad Estructural	Estado Actual	Medida de Mitigación
	De	A					
5	6+100	6+150	I	Derrumbe	Talud de corte	Derrumbe pequeño	Limpieza y construcción de obra de protección
7	6+850	6+900	I	Deslizamiento	Cuneta	Cuneta en mal estado	Revestimiento de cunetas
11	7+100	7+200	I	Derrumbe	Talud de corte	Derrumbe pequeño	Limpieza
13	7+300	7+350	I	Derrumbe	Talud de corte	Sin protección	Diseñar medidas de mitigación
15	8+450	8+500	I	Derrumbe	Talud de corte	Sin protección	Diseñar medidas de mitigación

Fuente: Propia.

Cabe mencionar que no se llevó a cabo el inventario de las alcantarillas existentes; sin embargo, como medida complementaria de mitigación, se recomienda realizar una limpieza previa al inicio de las lluvias en mayo y otra limpieza durante el período de octubre. Es importante llevar a cabo la limpieza de las cunetas, asegurándose de que no haya material de arrastre que pueda obstruir el flujo del agua.

6.4.11 Análisis

- La evaluación del riesgo y la vulnerabilidad en proyectos de carreteras es fundamental para garantizar la seguridad y la eficiencia de las infraestructuras viales (Palma Colindres, 2012). Se reconoce que las medidas de mitigación desempeñan un papel crucial al aumentar la capacidad de respuesta de las carreteras y reducir el impacto de los desastres. No obstante, es importante

considerar que la eficacia de estas medidas está determinada por los costos asociados para reducir la vulnerabilidad.

- La omisión del análisis de riesgo en la planificación de la infraestructura vial puede resultar costosa a largo plazo, ya que puede dar lugar a ciclos repetitivos de destrucción y reconstrucción (Palma Colindres, 2012). Por lo tanto, es esencial incorporar en los esfuerzos de planificación regional el planteamiento de mitigación de desastres y vulnerabilidad, reconociendo su importancia y prioridad.
- Además, se destaca la importancia de considerar medidas de mitigación que incentiven a los usuarios de las carreteras a colaborar y seguir las indicaciones de las autoridades competentes (Palma Colindres, 2012). La participación y cooperación de los usuarios son fundamentales para garantizar la efectividad de las medidas de mitigación implementadas.
- Es fundamental que las carreteras y toda la infraestructura vial sean planificadas teniendo en cuenta las medidas de mitigación desde su concepción, ya que la incorporación de estructuras adicionales posteriormente para reducir la vulnerabilidad resulta excesivamente costosa (Palma Colindres, 2012). Por lo tanto, es necesario integrar en la planificación inicial las medidas de mitigación adecuadas, considerando los riesgos y la vulnerabilidad inherentes a la zona en la que se construirá la carretera.

CAPÍTULO V

7 Conclusiones y/o recomendaciones

Es fundamental implementar un programa de mantenimiento periódico en las vías terciarias para evitar su deterioro y garantizar su buen estado. Asimismo, se debe mejorar los sistemas de drenaje para prevenir inundaciones y permitir un tránsito fluido en épocas de lluvia. Es importante destinar recursos adecuados a la inversión en infraestructura vial, incluyendo el mejoramiento y pavimentación de las vías terciarias, reconociendo su relevancia para el desarrollo económico y social de las comunidades rurales. Además, se deben promover estrategias que promuevan la integración de los mercados rurales con los centros urbanos, facilitando el intercambio de productos y servicios, así como el acceso a oportunidades de desarrollo económico. Por último, es esencial considerar medidas de mitigación y planificación de riesgos desde la etapa inicial de planificación de las vías, con el objetivo de garantizar la seguridad de la infraestructura y reducir los impactos de desastres naturales.

Para lograr un desarrollo socioeconómico sostenible en las zonas rurales, es crucial invertir en el mejoramiento de las vías terciarias. Estas vías son fundamentales para promover la conectividad, facilitar el acceso a servicios básicos y fomentar el intercambio comercial. Además, se deben considerar medidas de mitigación y planificación de riesgos desde el inicio de los proyectos viales, para garantizar la seguridad y eficiencia de las infraestructuras. La inversión en infraestructura vial adecuada no solo mejora la calidad de vida de las comunidades rurales, sino que también impulsa el crecimiento económico y contribuye a la reducción de la pobreza en estas áreas.

Bibliografía

- Alcaldía Municipal de Giraldo - Antioquia. (2019). Alcaldía Municipal de Giraldo—Antioquia.
<http://www.giraldo-antioquia.gov.co/>
- Alcaldía Municipal de Puerto Asís (2016). Informe levantamiento topográfico proyecto:
 Construcción de patinódromo en el Colegio Industrial Municipal de Puerto Asís. Puerto
 Asís, Putumayo.
- Basu, D., Misra, A., & Puppala, AJ (2015). Sustainability and geotechnical engineering: perspectives
 and review. *Canadian Geotechnical Journal*, 52(1), 96-113.
- Béjar, M. V. (2004). Hidrología. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Castañeda, K. M., & Vivas Luna, J. L. (2022). Evaluación del mejoramiento de subrasantes en
 Bogotá, mediante la utilización de material tipo rajón. Universidad Católica de Colombia,
 Facultad de Ingeniería, Programa de Especialización en Pavimentos. Bogotá D.C.
- Castro Alfaro, Alain, Restrepo Sierra, Luis Hernando, & López Alba, Andrea. (2020). Experiencia de
 medición del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas en barrios en proceso de
 invasión en Aguachica, Cesar. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y
 Reflexión*, 28(2), 109-120. Epub December 22, 2020. <https://doi.org/10.18359/rfce.4913>
- Castro Mejia, J. A. (2021). Informe de práctica empresarial: Función: Residente de obra. P&D
 Ingenieros Civiles. Asesor: Rodríguez, O. E. (Informe de práctica empresarial, Ingeniería
 Civil). Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingeniería, Sede Medellín.
- Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (1997).
 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Título H - Estudios
 Geotécnicos. Secretaría de la Comisión: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
 Bogotá, D. C., Colombia.
- Congreso de la República de Colombia. (2001). Ley 715 de 2001. Colombia.
- Congreso de la República. (1993). Ley 105 de 1993. Colombia. Recuperado de:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=296>
- Congreso de la República. (1996). Ley 336 de 1996. Colombia. Recuperado de
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=346>

- Correa Valderrama, E. (2017). El rol de las vías terciarias en la construcción de un nuevo país. *Revista de Ingeniería*, 45, 64–71.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.16924%2Friua.v0i45.943>
- Cortes-Guzmán, C y López-Sánchez, L. (2021). Estudio de prefactibilidad para el diseño de una vía terciaria, localizada entre las inspecciones La Victoria y Pradilla, Municipio de Yacopí, Cundinamarca. *Revista de Ingeniería y Desarrollo Sostenible*, 10(2), 45-58.
<https://doi.org/10.21789/21456353.1813>
- Departamento Administrativo de Planeación (2005). Mapa hídrico Departamento de Antioquia. Dirección Planeación Estratégica Integral.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2020). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad". <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo-2018-2022>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). Guía metodológica para la formulación de proyectos de inversión pública.
https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/Infraestructura/guia_proyectos_ip.pdf
- Dvořák, Z., Sventekova, E., Řehák, D., & Čekerevac, Z. (2017). Assessment of critical infrastructure elements in transport. *Procedia Engineering*, 187, 548-555.
- Gimenez, G., Ciobanu, D., & Barrado, B. (2021). A proposal of spatial measurement of peer effect through socioeconomic indices and unsatisfied basic needs. *Economies*, 9(2), 72.
- Giraldo – Lineamientos de cambio climático y paz – Herramienta para la acción Climática.
<https://accionclimatica.minambiente.gov.co/download/giraldo-lineamientos-de-cambio-climatico-y-paz/>
- Hantush, MS (1964). Hydraulics of wells. *Advances in Hydrosience*, 1, 281-432.
- IDEAM. (2023). Datos de Precipitación máxima en 24 horas mensual de la estación meteorológica del IDEAM.
- Instituto Nacional de Vías. (1998). Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medio y altos volúmenes de tránsito. Colombia.

- Juang, C. H., Zhang, J., Shen, M., & Hu, J. (2019). Probabilistic methods for unified treatment of geotechnical and geological uncertainties in a geotechnical analysis. *Engineering geology*, 249, 148-161.
- Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías. (2006). Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje. Bogotá D.C.
- Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías. (2008). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2013). MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS. BOGOTA. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentostecnicos/especificaciones-tecnicas/984-manual-de-drenaje-para-carreteras>
- Ministerio de Transporte. (2020). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá D.C.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2014). Decreto 1077 de 2015 - Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=58317>
- Mosquera, A., Duarte, J., & Torres, R. (2020). Evaluación de la calidad de agua y su relación con la producción agrícola en la vereda El Progreso, Municipio de Ventaquemada, Boyacá. *Información Tecnológica*, 31(6), 19-30. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000600019>
- Navarro, A., & González, M. (2019). Evaluación del impacto ambiental de la construcción de una vía terciaria mediante el uso de la matriz de Leopold modificada. *Revista Cubana de Ingeniería*, 10(1), 1-12.
- Orobio, Armando, Orobio, Juan Carlos, & Mosquera, Juan Manuel. (2018). Recomendaciones de diseño y construcción de pavimentos en placa-huella de concreto reforzado. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 17(32), 69-83. <https://doi.org/10.22395/rium.v17n32a4>
- Ramírez, L. F. (2019). Manual para la elaboración de proyectos viales. Universidad Nacional de Colombia.
- Schmitt, TG, Thomas, M., & Ettrich, N. (2004). Analysis and modeling of flooding in urban drainage systems. *Journal of Hydrology*, 299(3-4), 300-311.
- Shao, Q. (2020). Paving ways for a sustainable future: a literature review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 13032-13043.

- Sherrington, I., & Smith, EH (1987). Parameters for characterizing the surface topography of engineering components. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 201(4), 297-306.
- Torres-Rúa, A. F., Chavarría, A., & Gómez-Montes, D. (2020). Evaluación técnica y económica de diferentes alternativas de mejoramiento para una vía terciaria en el Departamento del Meta. *Ciencia en Desarrollo*, 11(2), 85-99.
<https://doi.org/10.19053/01217488.v11.n2.2020.10787>
- Vargas Prieto, A., & Rojas Mora, J. E. (2022). CONTRIBUTIONS OF COOPERATIVISM TO THE RURAL DEVELOPMENT MODEL IN COLOMBIA-LITERATURE REVIEW. *Tendencias*, 23(2), 53-77.

Anexos

Anexo 1. Concretos

CONCRETOS

	Unidad	Bulto 50 kg	Valor Unitario
PRECIO ACTUAL DE CEMENTO(Cemento estructural Incluye transporte interno en obra cargue y descargue)	kg	\$ 28 500	\$ 570
PRECIO ACTUAL DE ARENA FINA	m ³		\$ 43 500
PRECIO ACTUAL DE ARENA LAVADA DE RIO	m ³		\$ 49 600
Grava (Agregado 3/4")	m ³		\$ 55 400
AGUA	L		\$ 75

Municipio de Giraldo		Sub Item	1	Nota: Las Vías con mas de un tramo, su longitud a escombrera y cantera para el material petreo, se obtiene de un promedio ponderado con la longitud del tramo
UBICACIÓN CANTERA	LONG (Km)	Esta Longitud se encuentra el documento P.A.G.A., localización general, en las planchas de localización exacta de la obra		
DISTANCIA CANTERA (BASE)	55			
DISTANCIA MATERIAL PETREO	55			
DISTANCIA ESCOMBRERA	4.98			

CONCRETOS MUNICIPIO DE			Giraldo	
TIPO	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Concreto de 2000psi (140kg/cm ²)	m ³	1.0	\$ 375 895.00	\$ 375 895.00
Concreto de 3000psi (210kg/cm ²)	m ³	1.0	\$ 440 050.00	\$ 440 050.00
Concreto de MR=3.8 Mpa, F'c (280kg/cm ²)	m ³	1.0	\$ 500 495.00	\$ 500 495.00
Mortero 1:3 Con Arena Fina	m ³	1.0	\$ 459 423.00	\$ 459 423.00

Fuente: Propio.

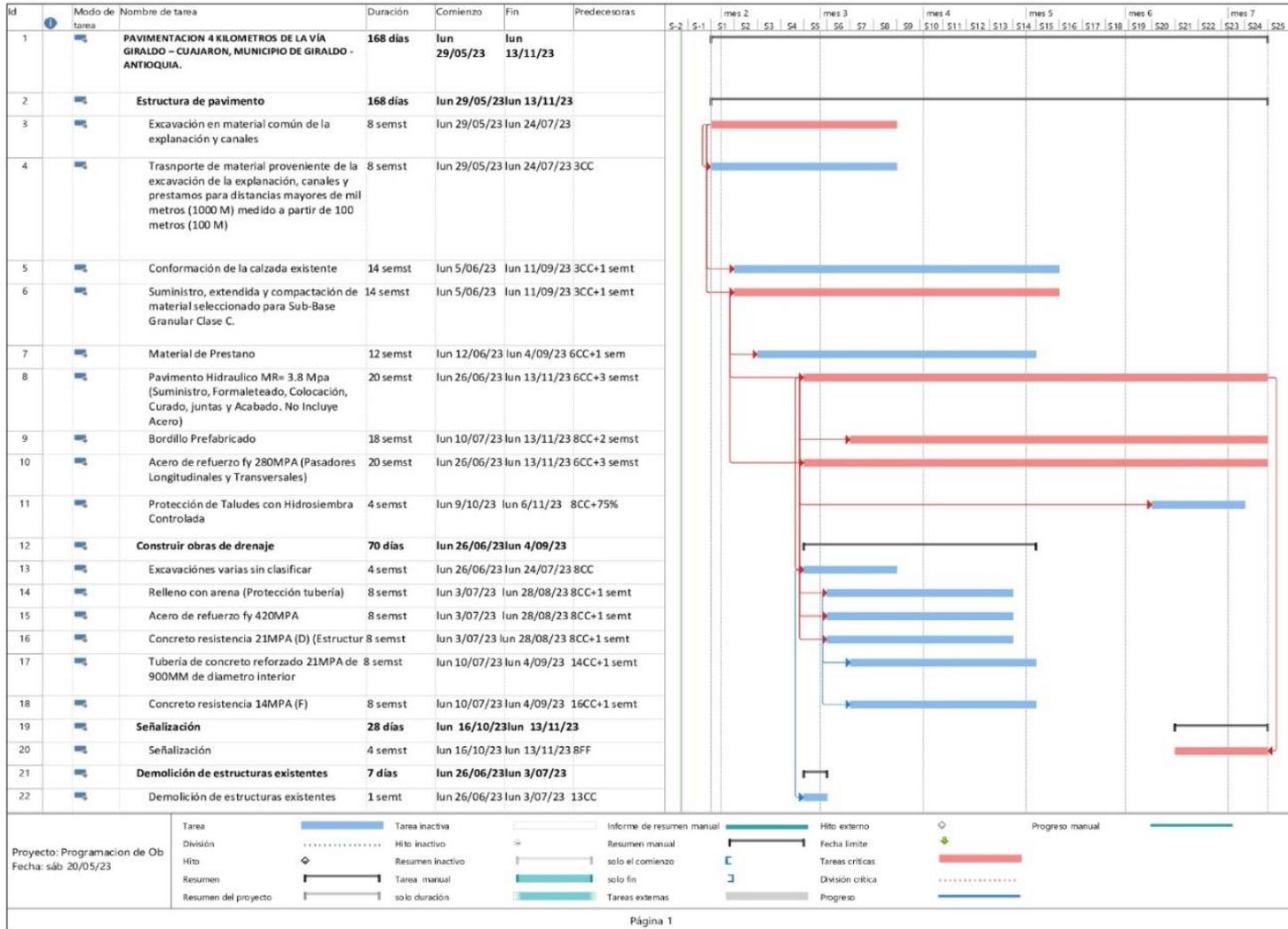
Anexo 2. Insumos

CUADRO DE INSUMOS			
ID	INSUMO	UNIDAD	VR. UNITARIO
INS_1	Acero 60.000 psi, incluye Transporte y descargue	kg	\$5 900.0
INS_2	Alambre negro no. 17	kg	\$6 400.0
INS_3	Arena fina	m ³	\$43 500.0
INS_4	Arena lavada de rio	m ³	\$49 600.0
INS_5	Agregado para concreto	m ³	\$55 400.0
INS_7	Material de base (gradación 3)	m ³	\$37 500.0
INS_10	Piedra para Concreto Ciclópeo (Rajón o Canto Rodado)	m ³	\$56 000.0
INS_11	Cemento gris Estructural, Incluye tranporte interno en obra cargue y descargue	kg	\$600.0
INS_12	Puntilla con cabeza	kg	\$5 400.0
INS_13	Material seleccionado de cantera	m ³	\$24 500.0
INS_14	Material clasificado de 6" para filtro	m ³	\$57 600.0
INS_15	Agua	Lt	\$75.0
INS_16	Disco abrasivo corte de metal 14"	un	\$14 500.0
INS_17	Tubo concreto reforzado 900m (Tipo 1). Incluye transporte	m	\$490 000.0
INS_18	Geotextil T-2400	m ²	\$6 325.0
INS_19	Poste en angulo de 2*2*1/4 de 3,5m para señal	un	\$80 907.00
INS_20	Señal (grupo 1). Tablero en lámina galvanizada de75cm*75cm, calibre 16, reflectivo tipo 1/ incluye poste)	un	\$327 767.00
INS_21	Barricada Metalica con tres (3) tableros con franjas reflectivas color naranja y blanco	un	\$305 000.00
INS_22	Paletas pare y siga 4x45cm	un	\$ 55 000.00
INS_23	Delineadores tubulares (Colombinas)	un	\$48 000.00
INS_24	Barreras plasticas de Aproximación (Maletines tipo Newjersy o similar)	un	\$520 000.00
INS_25	Cinta Plastica "PELIGRO NO PASE"	m	\$1.80
INS_26	Flasher luminoso para barricadas	un	\$85 000.00
INS_27	Pasavias en tela	un	\$250 000.00
INS_28	SPO-01 Trabajadores en la via	un	\$227 767.00
INS_29	SPO-02 Maquinaria en la via	un	\$227 767.00
INS_30	SPO-03 Auxiliar de Transito	un	\$227 767.00
INS_31	SRO-03 Uno a Uno	un	\$227 767.00

CUADRO DE INSUMOS			
INS_32	SRO-04 Pare/Siga	un	\$227 767.00
INS_33	SIO-03 Fin de Obra	un	\$227 767.00
INS_34	SIO-07 Desvio	un	\$227 767.00
INS_35	SIO-24 Peatones	un	\$227 767.00
INS_36	Camisa dril manga larga con dos logos estampados	un	\$15 000.00
INS_37	Pantalón dril	un	\$60 000.00
INS_38	Botas de seguridad	un	\$65 000.00
INS_39	Tapa Bocas	un	\$360.00
INS_40	Cascos	un	\$12 900.00

Fuente: Propia.

Anexo 3. Programación de obra



Fuente: Propia

Anexo 4. Presupuesto del PAGA

Presupuesto implementación del plan de adaptación de la guía ambiental (PAGA)					
Ítem	Descripción	Und	Cant	Precio unitario	Valor parcial
1.0	ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS				
1.1	Manejo Integral de Materiales de Construcción, pétreos, concretos, prefabricados				
1.1.1	Plástico negro, calibre 6 y ancho de 2m u otros elementos para la protección del suelo durante el almacenamiento o preparación de materiales de construcción	Rollo	6	\$ 260 000.00	\$1 560 000.00
1.1.2	Señalización zonas de acopio y sitios de disposición temporal de residuos (la señalización debe estar laminada o plastificada letra visible 0,25x0.4m)	und	6	\$ 80 000.00	\$480 000.00
1.1.4	Cinta para cerramiento (rollo 500m de longitud)	Un	40	\$ 30 000.00	\$1 200 000.00
1.2	Manejo de Residuos Sólidos Convencionales y Especiales				
1.2.1	Punto ecológico 4 colores de 120 litros con tapa debidamente rotulados	Un	1	\$ 515 000.00	\$515 000.00
1.2.2	Paquete de Bolsas de Colores (4) Biodegradables para puntos ecológicos 100x120cmx100 Unidades	Un	10	\$ 96 000.00	\$960 000.00
1.2.3	Herramientas y equipos para el aseo y limpieza en la obra	Un	4	\$ 60 000.00	\$240 000.00
1.2.4	Báscula para el pesaje de residuos	Un	2	\$ 60 000.00	\$120 000.00
	TOTAL ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS				\$5 075 000.00
2.0	BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				
2.1	Gestión para la Protección Fauna y flora				
2.1.1	Malla tipo polisombra sarán para la delimitación de zonas verdes)	m	500	\$ 1 700.00	\$850 000.00
	TOTAL BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				\$850 000.00
3.1	MANEJO DE CAMPAMENTO E INSTALACIONES TEMPORALES				
3.1.1	Cinta para cerramiento (rollo 500m de longitud)	Un	4	\$ 34 000.00	\$136 000.00
3.2	Manejo de Residuos Líquidos				\$-
3.2.1	Kit ambiental antiderrames	Un	3	\$ 160 000	\$480 000.00
3.2.1	Alquiler de 4 Baños portátil (1 por municipio) (unidad por cada 15 personas) para los servicios sanitarios con todo lo requerido conforme la resolución para su adecuado funcionamiento en los sitios de trabajo por	Alquiler/mes	8	\$ 1 950 000.00	\$15 600 000.00

Presupuesto implementación del plan de adaptación de la guía ambiental (PAGA)					
	el tiempo de duración del proyecto, incluyendo su transporte y mantenimiento.				
	TOTAL MANEJO DE CAMPAMENTO E INSTALACIONES TEMPORALES			\$16 216 000.00	
	TOTAL GESTIÓN AMBIENTAL				
4.0	GESTIÓN SOCIAL				
4.1	Participación				
	Logística de reuniones de inicio y finalización(2) por cada municipio:				
4.1.1	Betania, Ciudad Bolívar, Hispania y Salgar	Un	4	\$ 600 000	\$2 400 000.00
4.2	Comunicación y Divulgación				
4.2.1	Buzón de sugerencias en acrílico de 30cmx30cmx30cm	Un	1	\$ 145 000.00	\$145 000.00
4.2.2	Cartelera informativa de 1.0mx0.8m en madera con fondo de corcho	Un	1	\$ 310 000.00	\$310 000.00
4.2.3	Mensajes radiales informativos	Un	40	\$ 100 000.00	\$4 000 000.00
4.2.4	Elaboración de volantes informativos	Un	500	\$ 400.00	\$200 000.00
	TOTAL GESTIÓN SOCIAL				\$7 055 000.00
	COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ADAPTACIÓN A LA GUÍA AMBIENTAL (PAGA)				\$29 196 000.00

Fuente: Propio.

Anexo 5 - Jornales

Proyecto:		Pavimentación En La Vía Giraldo – Guajaron, En El Municipio De Giraldo				
Cargo	Valor Sueldo Básico	Valor Día De Salario	Factor Prestacional	Valor Prestaciones Sociales X Mes	Valor Prestaciones Sociales X Mes	Valor Total
Ayudante de construcción	\$1 000 000	\$33 333	61.29%	\$612 867	\$106 454	\$1 719 321
Oficial de construcción	\$1 400 000	\$46 667	61.29%	\$858 013	\$106 454	\$2 364 467
Conductor	\$1 500 000	\$50 000	61.29%	\$919 300	\$106 454	\$2 525 754
Topógrafo	\$2 400 000	\$80 000	55.79%	\$1 338 880	\$-	\$3 738 880
Cadenero 1°	\$1 100 000	\$36 667	61.29%	\$674 153	\$106 454	\$1 880 607
Maestro de Obra	\$2 000 000	\$66 667	55.79%	\$1 115 733	\$-	\$3 115 733
Ingeniero residente de obra	\$3 700 000	\$ 123 333	55.79%	\$2 064 107	\$-	\$5 764 107
Inspector de Obra	\$2 200 000	\$73 333	55.79%	\$1 227 307	\$-	\$3 427 307
Director de obra	\$5 400 000	\$ 180 000	55.79%	\$3 012 480	\$-	\$8 412 480
Ingeniero ambiental	\$3 700 000	\$ 123 333	55.79%	\$2 064 107	\$-	\$5 764 107
Asesor Legal (Abogado)	\$4 542 630	\$ 151 421	55.79%	\$2 534 182	\$-	\$7 076 812
Almacenista	\$1 600 000	\$53 333	61.29%	\$980 587	\$106 454	\$2 687 041
Vigilante	\$1 300 000	\$43 333	61.29%	\$796 727	\$106 454	\$2 203 181
Profesional SISO	\$2 500 000	\$83 333	55.79%	\$1 394 667	\$-	\$3 894 667
Profesional SIG	\$3 200 000	\$ 106 667	55.79%	\$1 785 173	\$-	\$4 985 173
Ingeniero de levantamiento de campo	\$3 000 000	\$ 100 000	55.79%	\$1 673 600	\$-	\$4 673 600
Contador	\$3 000 000	\$ 100 000	55.79%	\$1 673 600	\$-	\$4 673 600
Oficios Varios	\$1 000 000	\$33 333	61.29%	\$612 867	\$106 454	\$1 719 321
Secretaria	\$1 300 000	\$ 43 333	61.29%	\$796 727	\$106 454	\$2 203 181
Asesor de Tráfico	\$2 400 000	\$80 000	55.79%	\$1 338 880	\$-	\$3 738 880
Auxiliar de Transito	\$1 000 000	\$33 333	61.29%	\$612 867	\$106 454	\$1 719 321

Proyecto:	Pavimentación En La Via Giraldo – Guajaron, En El Municipio De Giraldo					
Soldador	\$2 000 000	\$66 667	55.79%	\$1 115 733	\$-	\$3 115 733

Fuente: Propio.

Anexo 6. Presupuesto del PAPSO

Presupuesto implementación del protocolo de bioseguridad-PAPSO					
1.0	Implementación protocolo de bioseguridad (papso)	Und	Cant	Vr Unit	Vt Total
1.1	Lavamanos portátil autónomo de conexión de pedal; incluye sistema de pedal para dosificación de jabón líquido y agua que evita el contacto con las manos, incluye sistema de tanques para almacenamiento de agua potable y agua residual, medidas: 50 cm x40cm x 90cm	Un	3	\$ 650 000.00	\$1 950 000.00
1.2	Alcohol al 70% 3.8 L	Galón	31	\$ 34 000.00	\$1 054 000.00
1.3	Hipoclorito al 5% 3.8L	Galón	330	\$ 10 450.00	\$3 448 500.00
1.4	Jabón líquido 3.8L	Galón	26	\$ 15 100.00	\$392 600.00
1.5	Gel anti- bacterial 3.8L	Galón	15	\$ 41 500.00	\$622 500.00
1.6	Bomba de aspersión 20L	Un	3	\$ 124 900.00	\$374 700.00
1.7	Termómetro infrarrojo	Un	3	\$ 280 000.00	\$840 000.00
1.8	Kit Señalización COVID (la señalización debe estar laminada oplastificada letra visible)	Un	30	\$ 20 000.00	\$600 000.00
1.9	Tapabocas reutilizable en tela	Un	1500	\$ 1 000.00	\$1 500 000.00
Total implementación protocolo bioseguridad					\$10 782 300.00

Nota: los precios y cantidades máximas establecidas por persona del presupuesto de aplicación del protocolo de bioseguridad PAPSO, ha sido ajustados a listado de precios de referencia de insumos para la implementación del protocolo de bioseguridad por covid-19 emitida por invias mediante la circular externa no. 003. se toma como referencia 20 personas por frente de obra, 3 frentes de obra y se realizan las conversiones de unidad: de litros a galones.

Fuente: Propio.

Anexo 7. Equipos

Cuadro de equipos			
Id	Equipos y herramientas	Unidad	Precio
EH-01	Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4,27 m	h	\$185 000
EH-02	Vibrador a gasolina, Incluye combustible	h	\$7 800
EH-03	Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.	día	\$125 000
EH-04	Tronzadora 14"	día	\$30 000
EH-05	formaleta madera	m	\$3 600
EH-06	Riel metalico 2.8x0.15x0.2m	un	\$1 350
EH-07	Carrotanque de Agua 1000 gl	h	\$75 000
EH-08	Volqueta 6 m ³	h	\$85 412
EH-09	Volqueta 6 m ³ (Transporte)	m ³ /km	\$1 210
EH-10	Mezcladora a gasolina, Inc. combustible	día	\$68 000
EH-11	Retroexcavadora de llantas	h	\$120 000
EH-12	Buldozer, Potencia al volante de 140 HP, motor de 2200 RPM, longitud de hoja 4,80 m.	h	\$140 167
EH-13	Estación total O similar	mes	\$2 400 000
EH-14	Nivel de presición autonivelante	día	\$120 000
EH-15	Camioneta D-300	h	\$55 000
EH-16	Compresor 80HP, con martillo	h	\$82 500
EH-17	Camioneta o Campero 4x4 modelo 2015 en adelante, incluye conductor, comustible y mantenimiento	mes	\$6 000 000
EH-18	Soldador Electrico de 5 a 300 Amperios a 110 Voltios	Dia	\$45 000
EH-19	Camión 350	Dia	\$450 000
EH-20	Planta Electrica (Diesel-Gasolina)	Dia	\$55 000
EH-21	Aspersor manual	Dia	\$16 800
EH-22	Compresor (barrido y soplado)	Dia	\$583 256
EH-23	Cortadora de pavimento, Máxima profundidad de corte: 160 mm. Capacidad de disco: desde 12'' hasta 18'' de diámetro. Peso operacional:135 kg, 13.5 hp de potencia	Dia	\$95 000
EH-24	Formaleta metálica (concreto hidráulico)	Dia	\$14 000
EH-25	Regla vibratoria, de longitud de 3 a 5 m, motor de 3600 rpm, potencia	Dia	\$76 000
EH-26	Máquina hidrosembradora	Dia	\$176 000

Fuente: Propio.

Anexo 8. Análisis de precios unitarios APU

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CAPITULO: 1	Estructura de pavimento		Municipio:	Giraldo		
				UNIDAD	m ³	
ACTIVIDAD:	Excavación en material común de la explanación y canales					
ITEM:	1.1			UNIDAD	m ³	
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario	
					Sub-Total	\$0.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Descripción		Tipo	Tarifa/Hr	Rendimiento	Valor Unitario	
Herramientas menores (5% m.o)					\$80.60	
Buldozer, Potencia al volante de 140 HP, motor de 2200 RPM		Diesel	\$140 166.67	20	\$7 008.33	
Retroexcavadora sobre llantas		Diesel	\$120 000.00	20	\$6 000.00	
					Sub-Total	\$13 089.00
III. TRANSPORTES						
Materiales		Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario
					Sub-Total	\$0.00
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador o Cuadrilla		Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario
Oficial 1		\$78 816	1	\$78 815.57	120	\$657
Ayudante(2)		\$57 311	2	\$114 621.40	120	\$955
					Sub-Total	\$1 612.00
Total Costos Directos				Sub. Item	1.1	\$14 701.0
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción						Valor Total
Administración					21.757%	\$3 198.0
Imprevistos					0.000%	\$0.0
Utilidad					5.000%	\$735.0
Total Costos Indirectos						\$3 933.0
Precio Unitario Total Aproximado al Peso						\$18 634.0

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
CAPITULO: 1		Estructura de pavimento		Municipio:		Giraldo	
				UNIDAD		m ³ /km	
ACTIVIDAD:		Trasnporte de material proveniente de la excavación de la explanación, canales y prestamos para distancias mayores de mil metros (1000 M) medido a partir de 100 metros (100 M)					
ITEM:		1.2		UNIDAD		m ³ /km	
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario		
					Sub-Total	\$0.00	
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hr	Rendimiento	Valor Unitario		
Volqueta 6m ³			\$85 412.00	60	\$1 423.53		
					Sub-Total	\$1 424.00	
III. TRANSPORTES							
Materiales		Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario	
					Sub-Total	\$0.00	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador o Cuadrilla		Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario	
					Sub-Total	\$0.00	
Total Costos Directos				Sub. Item		1.2	\$1 424.0
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción						Valor Total	
Administración					21.757%	\$310.0	
Imprevistos					0.000%	\$0.0	
Utilidad					5.000%	\$71.0	
Total Costos Indirectos							\$381.0
Precio Unitario Total Aproximado al Peso							\$1 805.0

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
CAPITULO: 1		Estructura de pavimento		Municipio:		Giraldo	
				UNIDAD		m ²	
ACTIVIDAD:		Conformación de la calzada existente					
ITEM:		1.3		UNIDAD		m ²	
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario		
Agua		Lt	\$75.00	5	\$375.00		
					Sub-Total	\$375.00	
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hr	Rendimiento	Valor Unitario		
Herramientas menores (5% m.o)					\$4.65		
Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4,27 m		Diesel	\$185 000.00	520	\$355.77		
Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.		Diesel	\$125 000.00	520	\$240.38		
Carro tanque 1000gl		Diesel	\$75 000.00	520	\$144.23		
					Sub-Total	\$745.00	
III. TRANSPORTES							
Materiales		Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario	
						\$0.00	
					Sub-Total	\$0.00	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador o Cuadrilla		Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario	
Oficial 1		\$78 816	1	\$78 815.57	2080	\$38	
Ayudante(2)		\$57 311	2	\$114 621.40	2080	\$55	
					Sub-Total	\$93.00	
Total Costos Directos				Sub. Item		1.3	
						\$1 213.0	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción						Valor Total	
Administración					21.757%	\$264.0	
Imprevistos					0.000%	\$0.0	
Utilidad					5.000%	\$61.0	
Total Costos Indirectos						\$325.0	
Precio Unitario Total Aproximado al Peso						\$1 538.0	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CAPITULO: 1	Estructura de pavimento		Municipio:	Giraldo	
				UNIDAD	m ³
ACTIVIDAD:	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para Sub-Base Granular Clase C.				
ITEM:	1.4			UNIDAD	m ³
I. MATERIALES EN OBRA					
	Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario
	Agua	l	\$75.00	15	\$1 125.00
	Material de base (gradación 3)	m3	\$37 500.00	1.10	\$41 250.00
				Sub-Total	\$42 375.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Tipo	Tarifa/Hr	Rendimiento	Valor Unitario
	Herramientas menores (5% m.o)				\$17.90
	Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4,27 m	Diesel	\$185 000.00	40	\$4 625.00
	Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.	Diesel	\$125 000.00	40	\$3 125.00
	Carro tanque 1000gl	Diesel	\$75 000.00	40	\$1 875.00
				Sub-Total	\$9 643.00
III. TRANSPORTES					
	Materiales	Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa
	Material de base (gradación 3)	1.10	55	60.5	\$1 210.00
					\$73 205.00
				Sub-Total	\$73 205.00
IV. MANO DE OBRA					
	Trabajador o Cuadrilla	Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento
	Oficial 1	\$78 816	0	\$0.00	320
	Ayudante(2)	\$57 311	2	\$114 621.40	320
					\$358
				Sub-Total	\$358.00
	Total Costos Directos			Sub. Item	1.4
					\$125 581.0
V. COSTOS INDIRECTOS					
	Descripción				Valor Total
	Administración				21.757% \$27 322.0
	Imprevistos				0.000% \$0.0
	Utilidad				5.000% \$6 279.0
	Total Costos Indirectos				\$33 601.0
	Precio Unitario Total Aproximado al Peso				\$159 182.0

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CAPITULO: 1	Estructura de pavimento		Municipio:	Giraldo		
				UNIDAD	m ³	
ACTIVIDAD:	Material de Prestano					
ITEM:	1.5			UNIDAD	m ³	
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario	
Material de Recebo Para Relleno		m3	\$16 800.00	1.1	\$18 480.00	
Agua		l	\$75.00	15	\$1 125.00	
					Sub-Total	\$19 605.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Descripción		Tipo	Tarifa/Dia	Rendimiento	Valor Unitario	
Herramientas menores (5% m.o)					\$537.30	
cuchilla 4,27 m		Diesel	\$185 000.00	45	\$4 111.11	
Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.		Diesel	\$125 000.00	45	\$2 777.78	
					Sub-Total	\$7 426.00
III. TRANSPORTES						
Materiales		Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario
Material de Recebo Para Relleno		1.10	55	60.5	\$1 210.00	\$73 205.00
					Sub-Total	\$73 205.00
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador o Cuadrilla		Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario
Oficial 1		\$78 816	1	\$78 815.57	18	\$4 379
Ayudante(2)		\$57 311	2	\$114 621.40	18	\$6 368
					Sub-Total	\$10 746.00
Total Costos Directos				Sub. Item	1.5	\$110 982.0
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción						Valor Total
Administración					21.757%	\$24 146.0
Imprevistos					0.000%	\$0.0
Utilidad					5.000%	\$5 549.0
Total Costos Indirectos						\$29 695.0
Precio Unitario Total Aproximado al Peso						\$140 677.0

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CAPITULO: 1	Estructura de pavimento		Municipio:	Giraldo	
				UNIDAD	m ³
ACTIVIDAD:	Pavimento Hidraulico MR= 3.8 Mpa (Suministro, Formaleteado, Colocación, Curado, juntas y Acabado. No Incluye Acero)				
ITEM: 1.6				UNIDAD	m ³
I. MATERIALES EN OBRA					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario	
Concreto MR=3.8 Mpa	m3	\$500 495.00	1	\$500 495.00	
Aditivo curador	m3	\$18 750.00	0.9	\$16 875.00	
Cintilla De Poliuretano (Pavimentos De Concreto Hidráulico)	m	\$2 100.00	2.20	\$4 620.00	
Sello de silicona o sellador autonivelante	m	\$7 900.00	2.20	\$17 380.00	
Canastilla o silla pasajuntas	Unidad	\$22 500.00	1.00	\$22 500.00	
Desperdicio (5%)				\$28 093.50	
				Sub-Total	\$589 964.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Descripción	Tipo	Tarifa/Dia	Rendimiento	Valor Unitario	
Herramientas menores (5% m.o)				\$2 279.50	
Vibrador de concreto	Gasolina	\$62 400.00	10	\$6 240.00	
Formaleta metálica (concreto hidráulico)		\$14 000.00	2	\$7 000.00	
Aspersor manual		\$16 800.00	10	\$1 680.00	
Compresor (barrido y soplado)		\$583 256.40	20	\$29 162.82	
Cortadora de pavimento, Máxima profundidad de corte: 160 mm. Capacidad de disco: desde 12'' hasta 18'' de diámetro. Peso operacional: 135 kg, 13.5 hp de potencia		\$95 000.00	10	\$9 500.00	
Regla vibratoria, de longitud de 3 a 5 m, motor de 3600 rpm, potencia 6 HP		\$76 000.00	10	\$7 600.00	
				Sub-Total	\$63 462.00
III. TRANSPORTES					
Materiales	Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario
					\$0.00
					Sub-Total
					\$0.00
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador o Cuadrilla	Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario
Oficial (2)	\$78 816	2	\$157 631.13	11	\$14 330
Ayudante(6)	\$57 311	6	\$343 864.20	11	\$31 260
					Sub-Total
					\$45 590.00
Total Costos Directos		Sub. Item		1.6	\$699 016.0
V. COSTOS INDIRECTOS					
Descripción					Valor Total
Administración				21.757%	\$152 082.0
Imprevistos				0.000%	\$0.0
Utilidad				5.000%	\$34 951.0
Total Costos Indirectos					\$187 033.0
Precio Unitario Total Aproximado al Peso					\$886 049.0

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CAPITULO: 1	Estructura de pavimento		Municipio:	Giraldo	
				UNIDAD	kg
ACTIVIDAD:	Acero de refuerzo fy 280MPA (Pasadores Longitudinales y Transversales)				
ITEM:	1.8			UNIDAD	kg
I. MATERIALES EN OBRA					
	Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario
	Acero de refuerzo 60000psi	kg	\$5 900.00	1	\$5 900.00
	Alambre negro no. 17 amarre fijación	kg	\$6 400.00	0.03	\$192.00
	Disco abrasivo corte de metal 14"	un	\$14 500.00	0.006	\$87.00
	Desperdicio (5%)				\$308.95
					Sub-Total
					\$6 488.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Tipo	Tarifa/Dia	Rendimiento	Valor Unitario
	Herramientas menores (5% m.o)				\$53.75
	Tornzadora 14"	Electrica	\$30 000.00	170	\$176.47
					Sub-Total
					\$230.00
III. TRANSPORTES					
	Materiales	Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa
					\$0.00
					Sub-Total
					\$0.00
IV. MANO DE OBRA					
	Trabajador o Cuadrilla	Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento
	Oficial (1)	\$78 816	1	\$78 815.57	180
	Ayudante(2)	\$57 311	2	\$114 621.40	180
					Sub-Total
					\$1 075.00
	Total Costos Directos		Sub. Item	1.8	\$7 793.0
V. COSTOS INDIRECTOS					
	Descripción				Valor Total
	Administración				21.757%
	Imprevistos				\$1 695.0
	Utilidad				0.000%
					\$0.0
					5.000%
					\$390.0
	Total Costos Indirectos				\$2 085.0
	Precio Unitario Total Aproximado al Peso				\$9 878.0

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CAPITULO: 1	Estructura de pavimento		Municipio:	Giraldo		
				UNIDAD	m2	
ACTIVIDAD:	Protección de Taludes con Hidrosiembra Controlada					
ITEM:	1.9			UNIDAD	m2	
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario	
Costal de fibra o fique		m2	\$1 500.00	1	\$1 500.00	
Mulch Orgánico		kg	\$3 000.00	0.6	\$1 800.00	
Agua		lt	\$75.00	5.000	\$375.00	
Semillas para empujar		kg	\$40 000.00	0.100	\$4 000.00	
Desperdicio (5%)					\$383.75	
					Sub-Total	\$8 059.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Descripción		Tipo	Tarifa/Dia	Rendimiento	Valor Unitario	
Herramientas menores (5% m.o)					\$36.85	
Máquina hidrosiembra			\$25 000.00	350	\$71.43	
Camioneta D-300			\$55 000.00	350	\$157.14	
					Sub-Total	\$265.00
III. TRANSPORTES						
Materiales	Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario	
					\$0.00	
					Sub-Total	\$0.00
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador o Cuadrilla	Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario	
Oficial (1)	\$78 816	1	\$78 815.57	340	\$232	
Ayudante(3)	\$57 311	3	\$171 932.10	340	\$506	
					Sub-Total	\$737.00
Total Costos Directos			Sub. Item	1.9	\$9 061.0	
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción					Valor Total	
Administración					21.757%	\$1 971.0
Imprevistos					0.000%	\$0.0
Utilidad					5.000%	\$453.0
Total Costos Indirectos					\$2 424.0	
Precio Unitario Total Aproximado al Peso					\$11 485.0	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CAPITULO: 2	Construir obras de drenaje		Municipio:	Giraldo		
				UNIDAD	m ³	
ACTIVIDAD:	Relleno con arena (Protección tubería)					
ITEM:	2.2			UNIDAD	m ³	
I. MATERIALES EN OBRA						
	Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario	
	Arena Fina	m3	\$43 500.00	1.1	\$47 850.00	
	Desperdicio (5%)				\$2 392.50	
					Sub-Total	\$50 243.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	Descripción	Tipo	Tarifa/Dia	Rendimiento	Valor Unitario	
	Herramientas menores (5% m.o)				\$680.65	
					Sub-Total	\$681.00
III. TRANSPORTES						
	Materiales	Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario
	Volco 6m3	1.1	55	60.5	\$1 210.00	\$73 205.00
					Sub-Total	\$73 205.00
IV. MANO DE OBRA						
	Trabajador o Cuadrilla	Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario
	Oficial 1	\$78 816	1	\$78 815.57	10	\$7 882
	Ayudante(1)	\$57 311	1	\$57 310.70	10	\$5 731
					Sub-Total	\$13 613.00
	Total Costos Directos				2.2	\$137 742.0
V. COSTOS INDIRECTOS						
	Descripción					Valor Total
	Administración				21.757%	\$29 968.0
	Imprevistos				0.000%	\$0.0
	Utilidad				5.000%	\$6 887.0
	Total Costos Indirectos					\$36 855.0
	Precio Unitario Total Aproximado al Peso					\$174 597.0

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CAPITULO: 2	Construir obras de drenaje		Municipio:	Giraldo		
				UNIDAD	m ³	
ACTIVIDAD:	Concreto resistencia 21MPA (D) (Estructuras)					
ITEM:	2.4			UNIDAD	m ³	
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario	
Concreto de 210 kg/cm2		m3	\$440 050.00	1	\$440 050.00	
Alambre negro no. 17 amarre fijación		kg	\$6 400.00	0.5	\$3 200.00	
formaleta madera		m	\$3 600.00	8	\$28 800.00	
Desperdicio (5%)					\$23 602.50	
					Sub-Total	\$495 653.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Descripción		Tipo	Tarifa/Dia	Rendimiento	Valor Unitario	
Herramientas menores (5% m.o)					\$5 047.55	
Vibrador de concreto		Gasolina	\$62 400.00	4.4	\$14 181.82	
					Sub-Total	\$19 229.00
III. TRANSPORTES						
Materiales		Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario
Tubería						\$40 000.00
					Sub-Total	\$40 000.00
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador o Cuadrilla		Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario
Oficial (2)		\$78 816	2	\$157 631.13	4.4	\$35 825
Ayudante(5)		\$57 311	5	\$286 553.50	4.4	\$65 126
					Sub-Total	\$100 951.00
Total Costos Directos					2.4	\$655 833.0
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción						Valor Total
Administración					21.757%	\$142 687.0
Imprevistos					0.000%	\$0.0
Utilidad					5.000%	\$32 792.0
Total Costos Indirectos						\$175 479.0
Precio Unitario Total Aproximado al Peso						\$831 312.0

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CAPITULO: 2	Construir obras de drenaje		Municipio:	Giraldo		
				UNIDAD	m	
ACTIVIDAD:	Tubería de concreto reforzado 21MPA de 900MM de diametro interior					
ITEM:	2.5			UNIDAD	m	
I. MATERIALES EN OBRA						
	Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario	
	Concreto de 2000psi (140kg/cm^2) para solado y atraque	m3	\$375 895.00	0.099	\$37 213.61	
	Tubo concreto reforzado 900m (Tipo 1)	un	\$490 000.00	1	\$490 000.00	
	Mortero 1:3 para anillos	m3	\$459 423.00	0.05	\$22 971.15	
	Desperdicio (5%)				\$27 509.24	
					Sub-Total	\$577 694.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	Descripción	Tipo	Tarifa/Hr	Rendimiento	Valor Unitario	
	Herramientas menores (5% m.o)				\$1 480.60	
	Retroexcavadora sobre llantas	Diesel	\$120 000.00	4	\$30 000.00	
					Sub-Total	\$31 481.00
III. TRANSPORTES						
	Materiales	Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario
	Tubería					\$40 000.00
						Sub-Total
						\$40 000.00
IV. MANO DE OBRA						
	Trabajador o Cuadrilla	Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario
	Oficial (2)	\$78 816	2	\$157 631.13	15	\$10 509
	Ayudante(5)	\$57 311	5	\$286 553.50	15	\$19 104
						Sub-Total
						\$29 612.00
	Total Costos Directos				2.5	\$678 787.0
V. COSTOS INDIRECTOS						
	Descripción					Valor Total
	Administración				21.757%	\$147 681.0
	Imprevistos				0.000%	\$0.0
	Utilidad				5.000%	\$33 939.0
	Total Costos Indirectos					\$181 620.0
	Precio Unitario Total Aproximado al Peso					\$860 407.0

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CAPITULO: 3	Señalización			Municipio:	Giraldo	
				UNIDAD	und	
ACTIVIDAD:	Señalización					
ITEM:	3.1			UNIDAD	und	
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario		
Poste en angulo de 2*2*1/4 de 3,5m para señal	un	\$80 907.00	1	\$80 907.00		
Señal (grupo 1). Tablero en lámina galvanizada de 75cm*75cm, calibre 16, reflectivo tipo 1/ incluye poste)	un	\$327 767.00	1	\$327 767.00		
Concreto de 2000psi (140kg/cm ²)	m3	\$375 895.00	0.035	\$13 156.33		
				Sub-Total	\$421 830.00	
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Tarifa/Hr	Rendimiento	Valor Unitario		
Herramientas menores (5% m.o)				\$ 1 074.65		
Camioneta D-300		\$55 000.00	1.5	\$ 36 666.67		
				Sub-Total	\$37 741.00	
III. TRANSPORTES						
Materiales	Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario	
Transporte					\$25 000.00	
				Sub-Total	\$25 000.00	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador o Cuadrilla	Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario	
Oficial	\$78 816	1	\$78 815.57	9	\$8 757	
Ayudante (2)	\$57 311	2	\$114 621.40	9	\$12 736	
				Sub-Total	\$21 493.00	
Total Costos Directos				Sub. Item	3.1	\$506 064.0
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción					Valor Total	
Administración				21.757%	\$110 102.0	
Imprevistos				0.000%	\$0.0	
Utilidad				5.000%	\$25 303.0	
Total Costos Indirectos					\$135 405.0	
Precio Unitario Total Aproximado al Peso					\$641 469.0	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
CAPITULO: 4	Demolición de estructuras existentes			Municipio:	Giraldo		
					UNIDAD	und	
ACTIVIDAD:	Demolición de estructuras existentes						
ITEM:	4.1				UNIDAD	und	
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario		
					Sub-Total	\$0.00	
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hr	Rendimiento	Valor Unitario		
Herramientas menores (5% m.o)					\$4 179.15		
Compresor 80HP, con martillo			\$82 500.00	1	\$82 500.00		
Retroexcavadora de llantas			\$120 000.00	1	\$120 000.00		
					Sub-Total	\$206 679.15	
III. TRANSPORTES							
Materiales		Vol-Peso	Distancia	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario	
Escombros Estimados		6	4.98	29.88	\$1 210.00	\$36 154.80	
					Sub-Total	\$36 155.00	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador o Cuadrilla		Jornal	cantidad	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario	
Oficial		\$78 816	1	\$78 815.57	3	\$26 272	
Ayudante (3)		\$57 311	3	\$171 932.10	3	\$57 311	
					Sub-Total	\$83 583.00	
Total Costos Directos				Sub. Item	4.1	\$326 417.15	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción						Valor Total	
Administración					21.757%	\$71 017.0	
Imprevistos					0.000%	\$0.0	
Utilidad					5.000%	\$16 321.0	
Total Costos Indirectos						\$87 338.0	
Precio Unitario Total Aproximado al Peso						\$413 755.2	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
AIU	Suministro, transporte e instalación de valla informativa (según Circular 006 de 2014 del SGR) (3mx 2m, incluye todo lo necesario para su correcta instalacion)(Acorde con diseño incluido en el proyecto)					
					UNIDAD	UND
I. MATERIALES EN OBRA						
	Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor Unitario	
	Perfil C 150 x 50 x 1.5 mm	m	16501	10	\$165 010.00	
	Tubo rectangular 100x40x1.5 mm	m	13048	15	\$195 720.00	
	Soldadura Eléctrica 6013 de 5/32Pulg	kg	12800	2	\$25 600.00	
	Lona impresa de (3x2m) resolucion minima de 300dpi (incluye ojales para instalacion)	und	660000	1	\$660 000.00	
	Concreto 21 Mpa	m3	\$562 398.89	0.054	\$30 369.54	
	Desperdicio 5%				\$53 834.98	
					Sub-Total	\$1 130 535.00
II. EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	Descripción	Tipo	Tarifa/Hr	Rendimiento	Valor Unitario	
	Herramientas menores (5% m.o)				\$17 333.65	
	Soldador Electrico de 5 a 300 Amperios a 110 Voltios	Dia	\$45 000.00	1	\$45 000.00	
	Camión 350	Dia	\$250 000.00	1	\$250 000.00	
	Planta Electrica (Diesel-Gasolina)	Dia	\$55 000.00	1	\$55 000.00	
					Sub-Total	\$367 334.00
III. TRANSPORTES						
	Materiales	Vol-Peso	Distancia promedio	M3/Km	Tarifa	Valor Unitario
					Sub-Total	\$0.00
IV. MANO DE OBRA						
	Trabajador o Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal/total	Rendimiento	Valor Unitario
	Soldador	\$78 816	161.29%	\$127 119.00	1	\$127 119
	Oficial	\$78 816	161.29%	\$127 119.00	1	\$127 119
	Ayudante	\$57 311	161.29%	\$92 434.52	1	\$92 435
					Sub-Total	\$346 673.00
Total Costos Directos						\$1 844 542.0