

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(115)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	SAID FERNANDO ÁLVAREZ MUÑOZ
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL
DIRECTOR	ING. GONZALO CERVANTES PADILLA
TÍTULO DE LA TESIS	APOYO TECNICO EN LA FORMULACION DEL PROYECTO DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA COMPRENDIDA ENTRE LOS CORREGIMIENTOS DE SABANAGRANDE Y GUAIMARAL DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ, CÉSAR.

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL OBJETIVO DE LA PASANTIAS FUE REALIZAR UN DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA COMPRENDIDA ENTRE LOS CORREGIMIENTOS DE SABANAGRANDE Y GUAIMARAL, MUNICIPIO DE CURUMANI, DEPARTAMENTO DEL CESAR DONDE SE ABARCAN SIETE KILOMETROS DE CARRETARA EN TERRENO NATURAL EN SU TOTALIDAD, ESTE DISEÑO BAJO UN SOPORTE DE DOS SOFTWARE COLOMBIANOS ELABORADOS POR LOS INGENIEROS JOHN JAIRO AGUDELO OSPINA Y EFRAIN DE JESUS SOLANO FAJARDO, ADEMAS CON LA NORMATIVIDAD ESTIPULADA POR EL INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (INVIAS) PARA BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO Y DANDO RESPUESTAS DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS Y TIPOS DE CUNETAS.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 115	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:1
--------------	---------	----------------	----------



APOYO TECNICO EN LA FORMULACION DEL PROYECTO DISEÑO GEOMETRICO DE
LA CARRETERA COMPRENDIDA ENTRE LOS CORREGIMIENTOS DE
SABANAGRANDE Y GUAIMARAL DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ, CÉSAR.

Autor:

SAID FERNANDO ÁLVAREZ MUÑOZ

CÓDIGO: 171979

ING. GONZALO CERVANTES PADILLA

Director

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

Febrero 2018

Índice

Capítulo 1. Apoyo técnico en la formulación del proyecto diseño geométrico de la carretera comprendida entre los corregimientos de Sabanagrande y Guaimaral del municipio de Curumaní, César.....	10
1.1 Descripción breve de la empresa	10
1.1.1. Misión.....	11
1.1.2. Visión.. ..	11
1.1.3. Objetivos de la empresa. Gestipro Ltda.	11
1.1.4. Descripción de la estructura organizacional.....	12
1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto que fue asignado	14
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	14
1.2.1 Planteamiento del problema.. ..	17
1.3 Objetivos de las pasantías.	19
1.3.1 Objetivo general	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.	19
Capítulo 2: Enfoques referenciales.....	22
2.1 Enfoque conceptual.	22
2.1.1 Carretera:	22
2.1.2 Levantamiento topográfico.	25
2.1.3 Estudio de suelos.	26
2.1.4 Estudio de tránsito.	27
2.1.5 Señalización vial.....	27
2.2 Enfoque legal.	27
Capítulo 3: Informe de cumplimiento del trabajo.....	30
3.1 Presentación de resultados.	30
3.1.1 Levantamiento topográfico.....	31
3.1.2 Estudio de suelos.	33
3.1.3 Estudio de tránsito.	38
3.1.4 Diseño geométrico.....	45
3.1.5 Señalización.....	68
3.1.6 Estudios hidrologías e hidráulicos.....	85
Capítulo 4: Diagnóstico final.....	103
Capítulo 5: Conclusiones.....	104
Recomendaciones	106
Referencias.....	107

Lista de Tablas

Tabla 1. Estructura de pavimento	37
Tabla 2. Estructura de pavimento	38
Tabla 3. Resultados obtenidos para el sector 1.	39
Tabla 4. Resultados obtenidos de los conteos para el sector 2.	40
Tabla 5. Resultados obtenidos del tránsito atraído para el sector 1.	41
Tabla 6. Resultados obtenidos del tránsito atraído para el sector 2.	41
Tabla 7. TPDS Obtenido para el sector 1.	41
Tabla 8. TPDS Obtenido para el sector 2.	41
Tabla 9. Crecimiento obtenido por la red vial nacional.....	42
Tabla 10. Factores de equivalencia recomendados por la U. del Cauca.....	44
Tabla 11. Movimiento de tierras	48
Tabla 12. Valores de la velocidad.....	49
Tabla 13. Velocidad de operación	50
Tabla 14. Relación entre la pendiente máxima.....	51
Tabla 15. Valores de K.	52
Tabla 16. Radios mínimos para peralte máximo	53
Tabla 17. Ancho de calzada (metros)	54
Tabla 18. Ancho de bermas	54
Tabla 19. Cuadro resumen de parámetros de diseño.	55
Tabla 20. Generada en Excel con comando RASTO.....	66
Tabla 21. Método para establecer límites de velocidad.....	77
Tabla 22. Velocidades en sitios especiales	78
Tabla 23. Tabla Radio-Velocidad.....	78
Tabla 24. Valores del coeficiente de escorrentía.	87
Tabla 25. Periodos de retorno de diseño en obras de drenaje vial.....	88
Tabla 26. Valores máximo mensuales de precipitación en 24 horas Estación seleccionadas	90
Tabla 27. Caudales medios mensuales en la estación Curumaní.....	94
Tabla 28. Caudales máximos mensuales en la estación Curumaní.....	96
Tabla 29. Caudales mínimos mensuales en la estación Curumaní	97
Tabla 30. Características de la microcuenca del río Cesar	98
Tabla 31. Caudal de aguas lluvias por tiempo de retorno.....	99
Tabla 32. Cálculo de Intensidad por Periodo de Retorno.	100
Tabla 33. Cálculo de Tiempo de Concentración.....	101

Lista de cuadros

Cuadro 1. Diagnóstico inicial de la empresa. Matriz DOFA.....	14
Cuadro 2. Actividades a desarrollar.	19

Lista de Figuras

Figura 1. Organigrama de la empresa GESTIPRO LTDA	12
Figura 2. Sección típica de un pavimento flexible.....	25
Figura 3. Estación total.	26
Figura 4. Ubicación.....	30
Figura 5. Caja de diálogo para definir especificaciones	57
Figura 6. Caja de diálogo para comando DCC	58
Figura 7. Cuadro de elementos generado con comando DCC	58
Figura 8. Dibujo de curva y cuadro de atributos generado con comando DCC	59
Figura 9. Archivo de texto generado con comando DCC	60
Figura 10. Caja de diálogo de comando PERFIL	61
Figura 11. Perfil longitudinal generado con comando PERFIL	61
Figura 12. Caja de diálogo para diseño de curvas verticales	62
Figura 13. Diseño de curvas verticales	62
Figura 14. Cajas de diálogo para el cálculo y dibujo del peralte	63
Figura 15. Archivo generado por comando PERACIR	64
Figura 16. Diagrama de peralte dibujado.....	64
Figura 17. Caja de diálogo de comando TOMASE	65
Figura 18. Caja de diálogo de comando RASTO	65
Figura 19. Caja de diálogo de comando SECTO.....	66
Figura 20. Secciones obtenidas con comando RASTO	66
Figura 21. Ubicación de chaflanes en planta	67
Figura 22. Vía tridimensional obtenida	67
Figura 23. Ejemplo para inicio de utilización de software.	79
Figura 24. Cuadro de curvas horizontales.....	80
Figura 25. Cuadro de curvas verticales.....	81
Figura 26. Asignación de velocidades.	81
Figura 27. Sitios especiales.....	82
Figura 28. Parámetros generales.	83
Figura 29. Calculo de señalización.	84
Figura 30. Resultado del uso del software “SEÑALES”	85
Figura 31. Ecuaciones empíricas del Tiempo de Concentración.....	89
Figura 32. Localización estación Curumaní	90
Figura 33. Caudales medios mensuales multianuales en la estación Curumaní.....	93
Figura 34. Diagrama de Caja y Bigotes para caudales medios mensuales multianuales en la estación Curumaní	93
Figura 35. Caudales máximos mensuales multianuales estación Curumaní.....	95

Figura 36. Diagrama de Caja y Bigotes para caudales máximos mensuales multianuales en la estación Curumaní.	95
Figura 37. Caudales mínimos mensuales multianuales estación Curumaní.	96
Figura 38. Diagrama de Caja y Bigotes para caudales mínimos mensuales multianuales en la estación Curumaní.	97
Figura 39. Curvas IDF de la estación Curumani.....	98
Figura 40. Dimensión de Berma-Cuneta	102

Capítulo 1. Apoyo técnico en la formulación del proyecto diseño geométrico de la carretera comprendida entre los corregimientos de Sabanagrande y Guaimaral del municipio de Curumaní, César.

1.1 Descripción breve de la empresa

Las principales actividades desarrolladas por **GESTIPRO LTDA**, son las de prestar servicios que van encadenados con la formulación, gestión, ejecución y evaluación de planes, programas y proyectos de ingeniería e infraestructura institucional, económica y social; estudios, diseños, consultorías, interventorías y ejecución de proyectos arquitectónicos y urbanísticos, saneamiento básico e impacto ambiental; formulación, gestión evaluación e interventorías de planes, programas y proyectos asociativos, productivos y empresariales; consultorías y asesorías en asuntos atinentes a la gerencia pública y empresarial, así como la gestión administrativa financiera y contable; administración y recuperación de cartera a entidades públicas y privadas; diseños, consultorías, ejecución y evaluación e interventorías de proyectos geológicos-mineros, geotécnicos, eléctricos, obras civiles y topográficos, interventorías de planes, programas y proyectos de gobernabilidad, participación ciudadana y comunitaria, formulación, gestión, ejecución y evaluación de planes, programas y proyecto de desarrollo fronterizo; formulación y gestión de proyectos de cooperación internacional; suministro de bienes, útiles, materiales, equipos e implementos que satisfagan objetivos institucionales, sociales, exportación e importación de bienes comercializables.

1.1.1. Misión. Somos una empresa dedicada a la generación de servicios de interventorías, asesorías, consultorías y/o Gestión, Diseño, Formulación y/o Ejecución de proyectos que apunten hacia un marco de desarrollo sostenible y/o programas relativos al progreso de las comunidades, dentro del marco de conciencia medio ambiental, proporcionando valor a nuestros clientes al permitirles adquirir tecnologías alternativas, como enfoque básico de su propio proceso de generación de valor. Nuestros servicios abarcan una amplia variedad, tal que podamos proporcionar a cualquier profesional u organización lo que podría requerir para implantar y obtener provecho de sus proyectos.

1.1.2. Visión. Ser líderes en proporcionar los Servicios de interventorías, asesorías, consultorías y/o Gestión, Diseño, Formulación y/o Ejecución de proyectos, con la más alta calidad. Nuestros Servicios son diseñados y desarrollados para satisfacer al cliente más exigente. Asumimos el compromiso de proyectar la imagen de una empresa altamente competitiva y reconocida en los ámbitos local regional nacional e internacional, por su responsabilidad ética y social.

1.1.3. Objetivos de la empresa. Gestipro Ltda. Tiene como objetivos principales: diseñar e implementar paquetes de servicios integrales de asesoría, consultoría, interventoría y acompañamiento de proyectos. Además de ser principalmente una empresa asesora y consultora, Gestipro Ltda. Es una empresa de inspección, auditoria y una entidad de capacitación. Asesorar y ofrecer servicios en la identificación, formulación, gestión, ejecución, evaluación, seguimiento proyectos productivos y de inversión social. Asesorar la consecución de recursos por cooperación internacional para apoyar proyectos dirigidos a las comunidades vulnerables, y proyectos de vivienda de interés social, vías primarias, secundarias y terciarias.

1.1.4. Descripción de la estructura organizacional

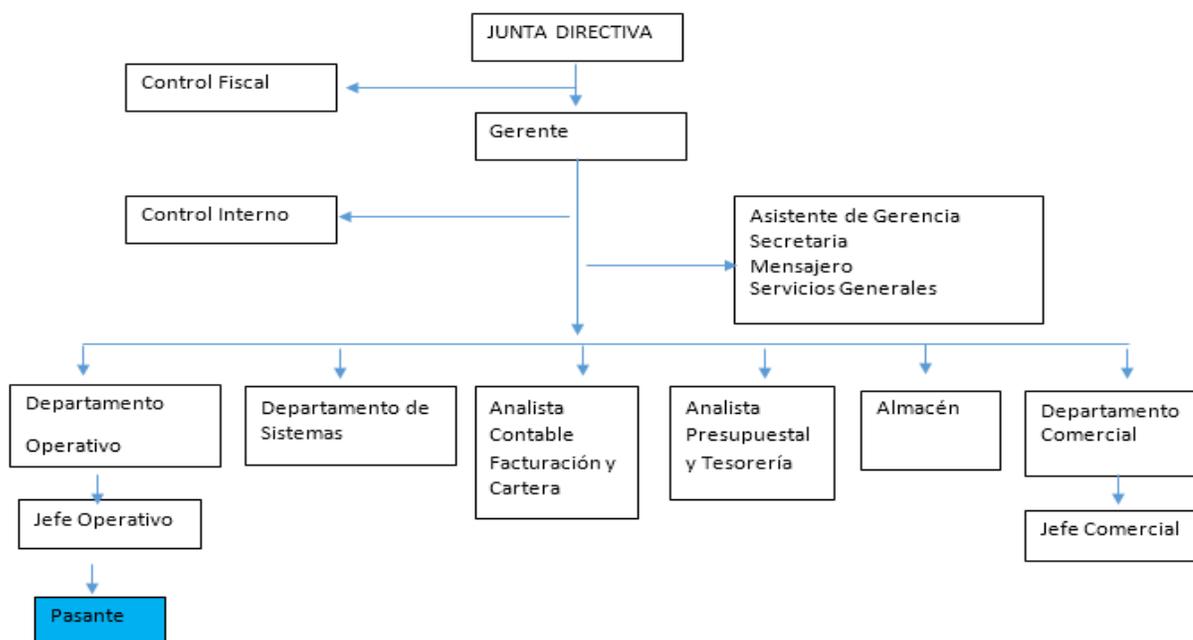


Figura 1. Organigrama de la empresa GESTIPRO LTDA

Fuente. Control interno empresa Gestipro LTDA.

Gerente o representante legal de la empresa Gestipro LTDA.

Funciones:

Representar jurídicamente la empresa.

Expedir y ejecutar los actos de su competencia, requiriendo de su autorización previa o a la aprobación posterior de la junta directiva.

Ordenar y dirigir la realización de licitaciones o concursos, escoger contratistas y celebrar contratos a nombre del establecimiento, y manejar la actividad contractual de conformidad con las disposiciones legales.

Elaborar y someter anualmente a la aprobación de la junta directiva el presupuesto anual de operaciones e inversiones.

Constituir previa autorización de la junta directiva, cuando ella fuere necesario, mandatarios o apoderados que representen al establecimiento en cualquier género de negocios y en lo que al gerente corresponde dicha representación. Entendiéndose que para dar la representación en juicios no necesita previa autorización.

Tomar las medidas convincentes a la conservación de los bienes sociales, vigilar la actividad de los empleados de la empresa e impartirles las órdenes e instrucciones que sean necesarias.

Departamento Operativo

Jefe operativo de la empresa Gestipro LTDA.

Funciones:

Ejecutar políticas, planes, programas y normas establecidas por la entidad de materia operativa.

Planear, coordinar, dirigir y evaluar programas y planes de trabajo del personal a su cargo, así como los programas de capacitación que se requiera.

Velar por la conservación y mantenimiento de máquinas, instalaciones y además elementos que forman parte de la dotación de la dependencia a su cargo.

Diseñar, revisar, analizar y actualizar sistemas y métodos de trabajo para optimizar y agilizar procedimientos establecidos.

Preparar mensualmente un informe relacionado con las actividades del área operativa y comercial para entregárselo al señor gerente.

Ejercer vigilancia y control en el manejo de los accesorios y otros elementos. Las demás funciones que le asigne su superior inmediato acorde con la naturaleza del cargo.

1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto que fue asignado

La Empresa GESTIPRO SOCIEDAD LTDA. de Valledupar, Cesar, dentro de su estructura organizacional cuenta con un amplio departamento de interventoría, consultoría, topografía etc. Todo referente a la elaboración de proyectos y sus ítems correspondientes. Bajo el cargo del Ingeniero de Minas Gonzalo Cervantes Padilla gerente de la empresa GESTIPRO LTDA.

Supervisa las actividades de operación y mantenimiento de la empresa, Promueve el mejoramiento de la gestión y desempeño de la misma, Brinda asesoría técnica-ambiental, mantiene actualizada la información de la empresa y genera informes periódicos, también está encargado de formular y ejecutar proyectos para el departamento del César y sus municipios especialmente el municipio de Curumaní.

En la dependencia se realizaran trabajos de identificación del terrenos por medio de observación terrestre y ayudas fotografías aéreas usando nuevas tecnologías con las indicaciones adecuadas, acompañamiento en la realización de apiques para realizar los ensayos de laboratorio de suelos necesarios para el diseño geométrico de carreteras, aforos para el estudio del tránsito en la zona además velar por el cumplimiento de la normatividad vigente regida por el INVIAS.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.

Con el fin de evidenciar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la empresa Gestipro Ltda. Se realizó la MATRIZ DOFA, que establecerá una serie de conclusiones a las cuales se les tratará de dar respuesta con distintas estrategias.

Cuadro 1. Diagnóstico inicial de la empresa. Matriz DOFA

MATRIZ DOFA		
AMBIENTE	FORTALEZAS	DEBILIDADES

Ambiente interno			
	F1- Posee materiales contemporáneos y sistemas constructivos innovadores en el diseño de vías terciarias.	D1 El municipio no cuenta con carreteras terciarias en buenas condiciones.	
	F2- Las diferentes áreas de trabajo cuentan con un buen personal idóneo y capacitado.	D2- Descuido por parte de la comunidad al exigir carreteras dignas.	
	F3- Cabal cumplimiento de las normas para los diferentes tipos de proyectos.	D3- Baja cobertura de Alcantarillado en los corregimientos del municipio de Curumani, Cesar.	
	F4- sus proyectos de infraestructura e ingeniería son gran calidad.	D4- Debilita la economía del municipio.	
Ambiente externo			
OPORTUNIDADES	FO	DO	
O1- Como medio o fuente generadora de empleo.	F2+O2- Incentivar programas relacionados con las innovaciones, seguimiento y mantenimiento sobre los diferentes tipos de carretera.	D1+O2- Permitir mejores diseños y generar más estudios que contribuyan a una mejor economía del municipio.	
O2- Fuente receptora e incentiva de investigación para la región.			

O3- Planes de mejora y recuperación de los corredores viales del municipio de Curumaní. F3+O2+O3- Estudios concerniente a los diferentes tipos de suelos, pavimentos y obras hidráulicas

F1+O3- Nuevas tecnologías y pavimentos innovadores para un mejor corredor vial.

D2+O1- Buscar la asesorías de personas capacitadas o especialistas en el diseño de carreteras terciarias.

D3+O1- Buscar personas aptas que trabajen de la mano para obtener los mejores resultados.

D3+D4+O1- Contratación de personal calificado para la realización de las actividades del diseño de carreteras en los corregimientos de sabanagrande y guaimaral.

AMENAZAS

FA

DA

A1- Perdida de gran parte de la economía del sector.	F1+A1+A2+A3- Mejorar las acciones de mantenimiento y diseño del tramo de carretera con el fin de mejorar sus actividades económicas.	D1+A1- Implementar nuevos diseños y mantenimiento rutinario del municipio de Curumaní, cesar.
A2-afectaciones socio-económicas para los corregimientos de sabanagrande y guaimaral.	F1+F2+A2+A3+A4- Implementar acciones y planes que conlleven a mejorar las condiciones del tramo de carretera de los corregimientos de sabanagrande y guaimaral del municipio de Curumaní, cesar.	D2+A3+A4- Gestionar el mantenimiento y diseños para las carreteras que aportan en gran parte la economía del municipio de Curumaní, cesar.
A3- gran deterioro del tramo vial que conecta al municipio de Curumaní.		D4+A2+A3- sustentar las necesidades de los corregimientos y el municipio en sí, permitiéndole al gobierno escuchar y entender la situación que viven actualidad.
A4- Incomodidad de la población.		

Fuente: Pasante

1.2.1 Planteamiento del problema. En Colombia, desde el punto de vista de las áreas rurales, que son precisamente las que menor infraestructura de transporte poseen, la carencia de vías de comunicación hace que sea muy difícil, y por lo tanto muy costoso, llevar sus productos de un lado a otro para su comercialización. En el caso de las áreas urbanas, son los barrios más

rezagados los que sufren por la carencia no sólo de vías de comunicación adecuadas sino de los servicios de transporte necesarios que les permita una movilización rápida y económica.

Sólo hacia los años sesentas se empieza a ver al sistema vial como un instrumento de interconexión regional que permite la integración de los mercados localizados en diferentes zonas del país. De modo que se proyectaron obras encaminadas a conectar las vías regionales existentes a las más importantes troncales del país. Para la siguiente década, la red secundaria y terciara había evolucionado en forma significativa gracias a los fondos de financiamiento creados para tal fin. 7 Sin embargo, la red primaria no sufrió grandes modificaciones.

La situación que vive el país en el sistema vial consta de dos situaciones la primera, radica en el mantenimiento de las carreteras y en la carencia de un sistema de información que permita conocer la vulnerabilidad específica de las vías y sus posibles causantes de daños. Y segundo, la falta de planeación y diseño de construcción de las carreteras, ya que la mayoría de las actuales rutas de tránsito han sido construidas a partir de caminos improvisados, que sin ningún tipo de estudios técnicos, fueron ampliados posteriormente.

La relación entre la disponibilidad de vías de comunicación terrestre y el nivel de desarrollo de la población ha sido objeto de un amplio número de estudios. Es claro que contar con un mayor acceso a más y mejores carreteras facilita el desplazamiento de la población más pobre hacia otros territorios. La facilidad en el desplazamiento permite ampliar el mercado de productos, especialmente agrícolas, ofrecer mano de obra, acceder a servicios médicos básicos, así como también a servicios de educación de mejor calidad.

Debido al crecimiento poblacional que ha surgido en los últimos años en el municipio de Curumaní– Cesar y especialmente los corregimientos: Sabanagrande y Guaimaral se han generado dificultades en el acceso a dichos corregimientos, el problema radica en que nunca ha

sido intervenido este tramo vial sabiendo que estos corregimientos aportan en gran parte a la economía del municipio.

Es por esto que surge la necesidad de realizar un diseño geométrico vial para este tramo de carretera que conecta estos dos corregimientos con el municipio de Curumaní garantizando el fácil acceso y también un aumento en sus actividades agrícolas, ganaderas y pesqueras.

1.3 Objetivos de las pasantías.

1.3.1 Objetivo general. Apoyar técnicamente en la formulación del proyecto diseño geométrico de la carretera de los corregimientos de Sabanagrande y Guaimaral del municipio de Curumaní, César comprendida entre las abscisas K0+ 000 al K1+983.61 sector 1 y del K0+000 al K5+115.27 sector 2

1.3.2 Objetivos específicos.

Realizar una caracterización física del tramo en el cual se va a trabajar.

Diseñar el tramo de carretera considerando las normas establecidas en nuestro país con ayuda de software de vías.

Definir los puntos donde se requieren obras de drenaje y estructuras.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.

Cuadro 2. *Actividades a desarrollar.*

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA EMPRESA PARA HACER POSIBLE EL
-----------------------------	----------------------------------	--

**CUMPLIMIENTO DE LOS
OBJ. ESPECÍFICOS.**

Apoyar técnicamente en la formulación del proyecto diseño geométrico de la carretera de los corregimientos de Sabanagrande y Guaimaral del municipio de Curumáí, César comprendida entre las abscisas K0+000 al K1+983.61 sector 1 y del K0+000 al K5+115.27 sector 2.

Realizar una caracterización física del tramo en el cual se va a trabajar.

Diseño geométrico de la carretera comprendida entre los corregimientos de Sabanagrande y Guaimaral con siete (7) kilómetros, considerando las normas establecidas en nuestro país con ayuda de software de vías.

- Levantamiento topográfico y ayuda de nuevas tecnologías como drones.
 - Estudios del suelo por medio de los diferentes ensayos de laboratorio con el fin de realizar una propuesta de diseño de pavimento.
 - Observación terrestre.
 - Estudio de tránsito del tramo de carretera de Sabanagrande a Guaimaral.
 - Criterios de diseño utilizando el software del ingeniero colombiano John Jairo Agudelo Ospina DISEÑO COMPUTARIZADO DE CARRETERAS “SOFTWARE DE VIAS”. Hallando todos los elementos que corresponde al diseño horizontal,
-

Definir los puntos donde se requieren obras de drenaje y estructuras.

vertical y secciones transversales

- Brindar seguridad al conductor, considerando la señalización vertical y horizontal utilizando el software para establecer límites de velocidad en carretera “SEÑALES” del ingeniero colombiano EFRAIN DE JESUS SOLANO FAJARDO de la Universidad del Cauca.
- Visita a campo socializando y con la comunidad en que puntos se presentan las inundaciones de la vía.
- Estudios de hidrología e hidráulica para la determinación de diferentes obras de arte que el tramo de carretera requiera.

Capítulo 2: Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual.

2.1.1 Carretera: Es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. (Cardenas Grisales, 2013)

Ancho de la zona o derecho de vía. Faja de terreno determinada dentro de los siguientes rangos, salvo condiciones particulares del proyecto que justifiquen extrapolar el límite superior.

Sobreancho. Aumento en la sección transversal de una calzada en las curvas, su función es asegurar espacios libres adecuados entre los vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o unidireccionales, y entre el vehículo y el borde de la carretera.

Corona. Conjunto formado por la calzada (zona de la vía pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado) y las bermas (fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas). Los anchos varían según los siguientes rangos: categoría de la carretera, el ancho de la calzada y el ancho de la berma.

Cuneta. Zanja, revestida en concreto o no, construida paralelamente a las bermas. Su dimensión se deduce de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta la intensidad de la lluvia prevista, la naturaleza del terreno, la pendiente y el área que drenan, su función es recoger y canalizar longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración. Las cunetas revestidas en concreto se diseñan para que al final de su longitud su sección llegue al nivel de rebosamiento. El control de rebosamiento aplica para el caso más crítico, cuando la cuneta tiene la pendiente longitudinal igual a la pendiente mínima de la vía (0,5 %).

Las cunetas recubiertas en tierra se diseñan para asegurar que el agua no las erosione. El control por erosión depende del tipo de suelo de la subrasante, de la pendiente longitudinal de la vía y de la intensidad de la lluvia de diseño.

Talud. Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén. Su inclinación se mide por la tangente del ángulo que forman tales planos con la vertical en cada sección de la vía.

La inclinación de los taludes de corte es variable a lo largo de la vía según sea la calidad y estratificación de los suelos encontrados. Los taludes de corte y el terraplén se deben diseñar de acuerdo con el Manual de Estabilidad de Taludes, del INVÍAS.

Si un terraplén debe cimentarse sobre terrenos que presenten inclinaciones superiores a 20 %, es necesario realizar obras especiales para minimizar los peligros de deslizamiento o asentamientos diferenciales excesivos. En el caso de la construcción de terraplenes en laderas con pendientes pronunciadas, deben erigirse escalones que minimicen el riesgo de movimientos de masa de tierra.

Andén y sendero. Espacios peatonales cuyo diseño debe ser continuo y a nivel, sin obstáculos con los predios colindantes, y tratado con materiales duros y antideslizantes. El ancho mínimo requerido para una persona es de 0,75 m y para garantizar el cruce de varias, de por lo menos 1,50 m. La elevación respecto de la corona adyacente debe estar entre 0,10 y 0,25 m.

Señalización vertical. Placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella. Su función es prevenir a los conductores sobre la existencia de peligros y cambios en la topografía de la zona, además de reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto al uso de las carreteras.

Separador. Zona verde o dura ubicada paralelamente al eje de la carretera y que se extiende entre las cunetas interiores de ambas calzadas. En terreno plano, su ancho suele ser constante, pero en terreno montañoso es variable. Si esta medida varía entre 4 m y 10 m, es necesario instalar barreras de seguridad solo si el volumen de tránsito así lo demanda. Su función además de dividir la circulación de las calzadas, contribuye a disminuir cualquier interferencia como el deslumbramiento nocturno. Aunque es más costoso el desarrollo de un separador considerablemente ancho, es conveniente para futuras ampliaciones de las calzadas.

Berma. Una berma es un espacio llano, cornisa, o barrera elevada que separa dos zonas. El origen de la palabra es el término berm del neerlandés.

En arqueología una berma es espacio nivelado entre un terraplén y su foso anexo o el estrecho espacio entre un terraplén y su foso y el terraplén externo. (INVIAS, 2008)

Bombeo. Pendiente transversal en las entretangencias horizontales de la vía, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua. Está pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes.

Peralte. Inclinación dada al perfil transversal de una carretera en los tramos en curva horizontal para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento. También contribuye al escurrimiento del agua lluvia.



Figura 2. Sección típica de un pavimento flexible

Fuente. Elementos geométricos de una vía, universidad de Ibagué.

2.1.2 Levantamiento topográfico. Se puede definir el levantamiento como el conjunto de operaciones y medios puestos en práctica para determinar las posiciones de puntos del terreno y su presentación en un plano.

Estación total. Estos quipos realizan las funciones de los taquímetros clásicos. La diferencia es que están provistos de sistemas de lectura automática de ángulos y distancias, pudiendo además almacenarse sobre soporte magnético los datos obtenidos en la medición. De esta forma, es posible transferir los datos a un ordenador y realizar sobre el todo tipo de trabajos de gabinete, e incluso el trazado del plano topográfico. Este aparato de medición fue el utilizado en la obra para realizar el levantamiento topográfico.

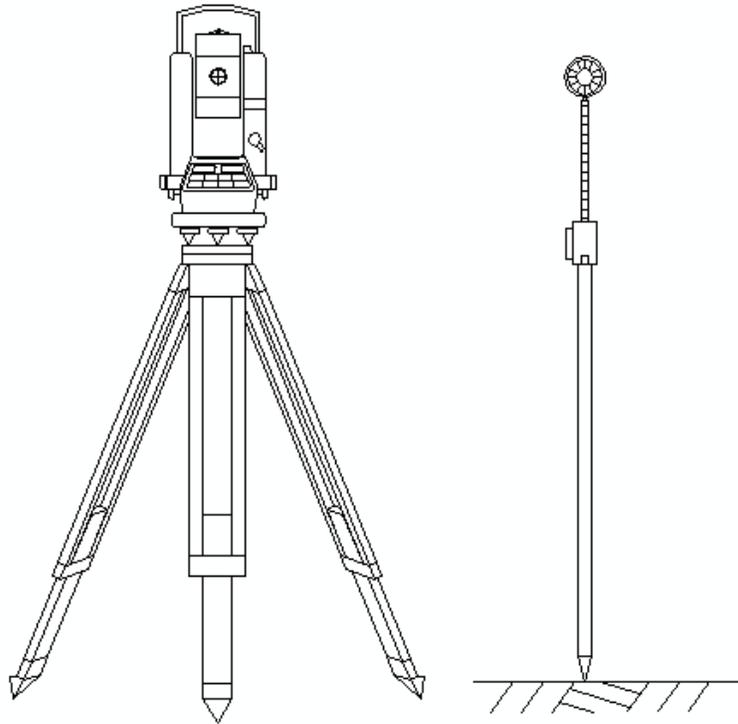


Figura 3. Estación total.

Fuente. Portal Bloques AutoCAD. Bloques AutoCAD de accesorios y objetos. Disponible en: <http://portalbloques.com/accesorios/estacion-total.html>.

2.1.3 Estudio de suelos. Un estudio de suelos permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar.

CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California). Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.

Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad. Este es uno de los parámetros necesarios obtenidos en los estudios geotécnicos previos a la construcción, como también lo son el Ensayo Proctor y los análisis granulométricos del terreno. (Construmatica, Obras Civiles, 2008)

2.1.4 Estudio de tránsito. Estudio consiste en:

Identificar el tránsito atraído, desviado y generado, tanto de carga como de pasajeros.

Obtener el TPD actual y futuro.

Conocer la velocidad de operación actual

Conocer el estado de la señalización existente si o hay.

Definir el tipo de proyecto me de mejoramiento y facilitar la adopción de los parámetros de diseño geométrico. (UFPSO, 2016)

Aforo. Con el fin de ajustar correctamente el modelo de transporte a utilizar para el análisis del proyecto de diseño, se medirán los volúmenes vehiculares imperantes sobre el área de influencia del proyecto. Estos conteos se tomarán durante 7 días, 24 horas al día, en los puntos de aforo seleccionados de conformidad con la Interventoría.

2.1.5 Señalización vial. A partir del estudio del diseño geométrico del proyecto, se debe realizar el estudio y diseño de la señalización vertical y horizontal de la vía, de acuerdo con el Manual de señalización vial vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

Se presentará a la ubicación de cada tipo de señal, mediante la utilización del abscisado correspondiente para cada una de las señales, su diseño respectivo, indicando dimensiones y contenido; así mismo, se presentarán los cuadros resúmenes de las dimensiones de las mismas. El diseño de la señalización deberá ser compatible con el diseño geométrico de la vía existente, de manera que las señales no generen riesgo y posean óptima visibilidad en concordancia con la velocidad del proyecto. (Tecnico, 2018).

2.2 Enfoque legal.

El diseño geométrico de las carreteras en Colombia requiere de una coordinación desde los más altos estamentos nacionales como el INVIAS (instituto nacional de vías) que es el encargado del control del proyecto hasta los estamentos nacionales como las gobernaciones.

INVIAS (2008) “especificaciones generales de construcción de carreteras para los contratos de obra celebrados por el instituto nacional de vías – INVIAS:

Especificaciones generales de construcción de carreteras adoptadas por ministerio de transporte mediante resolución no. 003288 del 15 de Agosto de 2007.

Manual de diseño geométrico para carreteras, adoptado por el Ministerio de Transportes mediante resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009.

El presente Manual pretende sintetizar de manera coherente los criterios modernos para el diseño geométrico de carreteras, estableciendo parámetros para garantizar la consistencia y conjugación armoniosa de todos sus elementos unificando los procedimientos y documentación requeridos para la elaboración del proyecto, según sea su tipo y grado de detalle.

Normas de ensayo de materiales para carreteras, adoptadas por el Ministerio de Transportes mediante resolución No. 003290 del 15 de agosto de 2007.

Resolución Número 1375 De 2014. Por la cual se actualizan las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras.

Resolución Número 1376 De 2014. Por la cual se actualizan las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras.

Resolución Número 7106 De 2009. Por la cual se adopta la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura – subsector vial – como instrumento de autogestión y autorregulación.

Resolución Número 1376 De 2014 Por la cual se actualiza el manual de diseño geométrico para carreteras.

Resolución Número 0744 De 2009. Por la cual se adopta el manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías de bajo volúmenes de tránsito.

Resolución Número 3482 De 2007 Por el cual se adopta el manual de drenaje para carreteras. (Ubillos, 2016)

Capítulo 3: Informe de cumplimiento del trabajo

3.1 Presentación de resultados.

El Municipio de Curumaní, está localizado en la parte central del departamento del César sobre el pie de monte y la serranía del Perijá, Limita al norte con Chiriguana, al este con Venezuela y El Carmen (Norte de Santander), al sur y oeste con Chimichagua. Por consiguiente los corregimientos de Sabanagrande y Guaimaral están localizados en la región sur-occidental del municipio de Curumaní a 8 km y 15 km respectivamente de la cabecera municipal, sobre la vía que conduce al corregimiento de Champan desde la troncal de oriente.

Geográficamente se encuentra referenciado dentro de las siguientes coordenadas planas de SABANAGRANDE con E= 1051132 y N= 1509115 y GUAIMARAL con coordenadas E= 1045817 y N= 1512448, sobre una altura a nivel del mar que varía entre los 36 y 69 msnm en su cabecera y temperaturas entre 28°C y 40°C.

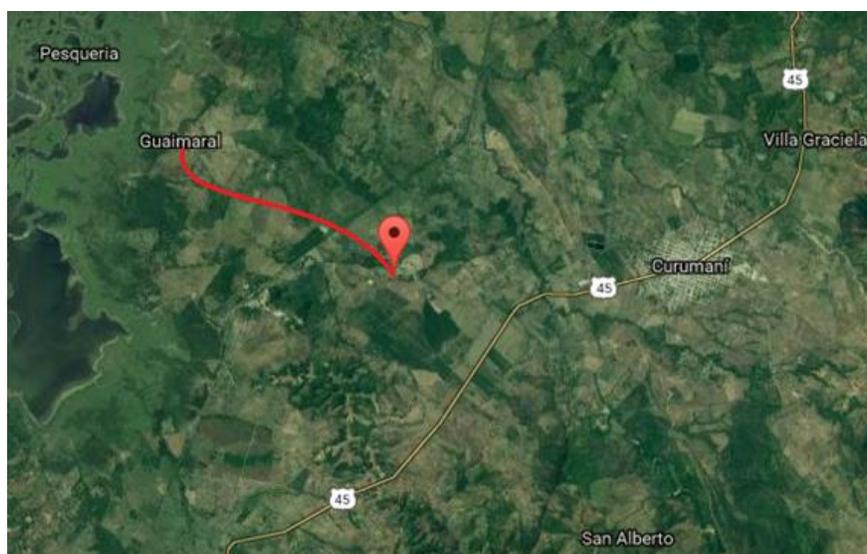


Figura 4. Ubicación.

Fuente.<http://mapasamerica.dices.net/colombia/mapa.php?nombre=Corregimiento-Sabanagrande&id=74602>

El propósito de la empresa GESTIPRO LTDA. Es ir de la mano con la gobernación apuntando a la inversión en las carreteras terciarias del departamento del cesar, ya que este tipo de carreteras son las principales afluentes a la economía de la región, pues se ven muy afectados todas aquellas personas en el cual tienen como principal actividad económica tanto la ganadería, como la agricultura o la pesca, debido a que el acceso es muy difícil por el estado de este corredor vial por lo cual complica el transporte de los productos además el precio de transporte aumenta y sus ganancias no van a cumplir con sus necesidades, en cuanto al transporte rural se ve muy afectado y el número de viajes ha disminuido en gran cantidad por el daño que genera a los vehículos. Debido a estas principales necesidades se toma la iniciativa de realizar el diseño geométrico de carretera comprendido entre el corregimiento de Sabanagrande y el corregimiento de Gauimaral.

Para la correcta planeación de este proyecto se realizaron visitas programadas a los corregimientos con el fin de realizar observaciones para determinar lo que se va a intervenir, con la ayuda de levantamientos topográficos y fotografías aéreas por medio de un dron como una herramienta tecnológica del tramo de carretera a diseñar y que cumpliera con los requerimientos propuestos por las especificaciones contenidas en el manual de diseño de carreteras de INVIAS de 2008. Además se realizaron los estudios pertinentes contemplados en la norma. Y cabe destacar la utilización de software de diseño y construcción del informe del diseño en general.

3.1.1 Levantamiento topográfico. En esta actividad se realizó el levantamiento topográfico mediante una estación total de referencia $\frac{NTS-362R6}{L}$ acompañado de dos prismas, el cual permite realizar un levantamiento topográfico eficaz y preciso por las características que presenta el equipo con el fin de tener una geometría del proyecto, donde se vinculan en forma analítica, los diferentes ejes de simetría de la carretera teniendo en cuenta las rutas y trazados que

en campo se pudieron observar así se pudo seleccionar la faja de estudio el cual reunió todas las condiciones óptimas para el desenvolvimiento del trazado. La comisión topográfica se hizo presente en el tramo de carretera y prosiguió con las activadas de medida para así poder conocer de forma exacta las dimensiones totales que tiene el terreno con sus respectivos detalles como lo son cercas, arboles, obras de drenaje como alcantarillas. Además se tuvo un refuerzo y fue la realización de siete vuelos con el drone PHANTOM 3 ADVANCED donde se pudo observar de manera más detallada el tramo de carretera a estudiar para el diseño del proyecto. En las fotografías 1, 2 y 3 vemos la comisión topográfica realizando el levantamiento del terreno donde apreciamos el equipo utilizado para esta actividad.

Fotografía 1. Equipo topográfico. PRISMA

Fotografía 2. TEODOLITO



Fuente. Pasante del proyecto.



Fuente. Pasante del proyecto.

Fotografía 3. Comisión de topografía.



Fuente. El pasante del proyecto.

Fotografía 4. Empresa GESTIPRO LTDA.



Fuente. El pasante del proyecto.

Fotografía 5. DROE PHANTOM 3 A.



Fuente. El pasante del proyecto.

Fotografía 6. Fotografía aérea



Fuente. El pasante del proyecto.

3.1.2 Estudio de suelos. Cabe anotar que el municipio de Curumaní tiene un terreno que se encuentra localizado sobre formaciones de la unidad geológica de la Serranía del Perijá, la cual está constituida en esta zona por rocas sedimentarias que se presentan como un mosaico alargado de cuerpos rocosos que van desde el Paleozoico hasta el Cenozoico, donde afloran por las siguientes unidades: Formación Río Negro (Klr), la cual se inicia en la era mesozoica, período cretácico. Esta formación es

detrítica, de composición especialmente arcósica y su espesor máximo alcanza 3.000 m en la sección tipo, aunque varía sustancialmente. (Miller, 1960, en Julivert, 1969). Formación La Luna, ubicada también en la era mesozoica, en el Cretáceo superior entre el Coniaciano y el Santoniano. Consta de una alternancia de lutitas negras carbonosas, limolitas, arcillolitas, y concreciones modulares de calizas negras y arcillas arenosas de color pardo amarillento. Hacia la base de la formación, las calizas son de color negro y gris, microcristalinas y fosilíferas y al ser fracturadas presentan olor a petróleo. Esto ha permitido que en los alrededores del casco urbano de Curumaní, afloren rocas cretáceas (Ks1, Ks2), jurásicas (Jk) y paleozoicas (Pms), en tanto que el perímetro urbano descansa sobre sedimentos cuaternarios (Q); forman la llanura aluvial, la sedimentación de los afluentes promediantes de la serranía del Perijá; y el relleno aluvial está conformado por depósitos de arena, gravas, arcillas y limos. La llanura aluvial de piedemonte corresponde a las planicies inclinadas con topografía de glacis que se extienden al pie de los sistemas montañosos, serranías y sierras y que han sido formadas por la sedimentación de las corrientes de agua que drenan de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas.

Este análisis de suelo se realizó con el fin de determinar las características físicas y mecánicas de suelo en el que se va a diseñar para el proyecto de la carretera terciaria sabanagrande-guaimaral.

Para la primera parte se realizaron apiques de 0.70x0.70x0.70m cada 500 metros donde se obtuvieron 16 apiques, en el cual se eligieron 8 apiques que se llevaron a A.G.M laboratorio de suelos, concreto y asfalto debido a las condiciones que se presentaron en el terreno como homogeneidad en las muestras e igualdad en las dimensiones de los estratos.

A dichas muestras se le realizaron los ensayos de granulometría, los límites de Attenberg o límites de consistencia y el ensayo de CBR por medio del ensayo del cono dinámico. Obtenidos como resultados para el sector uno un CBR de 51.64% y el sector dos un CBR de 52.82%

Fotografía 7. Estudio de suelos, laboratorio



Fuente. Pasante

Fotografía 8. Estudio de suelos, laboratorio



Fuente. Pasante

Fotografía 9. Estudio de suelos, laboratorio



Fuente. Pasante

Fotografía 10. Estudio de suelos, laboratorio



Fuente. Pasante

3.1.2.1 Propuesta de la estructura de pavimento. Existen muchos métodos para poder determinar una estructura y diferentes programas que ayudan o facilitan el trabajo, el método racional consiste en considerar la estructura del pavimento como un sistema compuesto por un número de capas horizontales apoyadas en otra capa (sub rasantes) de espesor infinito. Cada capa tiene un espesor informal y consistencia homogénea, isotrópica y el material es linealmente elástico. Cada capa está caracterizada por su módulo de elasticidad y su relación de Poisson, calculando así tensiones y deformaciones críticas en diversos puntos bajo una acción de cargas repetidas.

Para poder obtener una propuesta de la estructura de pavimento se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

1. Transito
2. Repeticiones de carga
3. Numero de ejes equivalentes

Estos parámetros como primer paso, el siguiente paso fue caracterizar los materiales de la estructura de pavimento teniendo en cuenta factores como la subrasante, módulo resiliente, las capas granulares, factores ambientales y posible mezcla a utilizar.

Entonces de acuerdo a las planillas estipuladas en el manual de diseño de pavimentos de bajos volúmenes de transito se propuso que para el sector uno que va desde el K0+000 hasta el K1+983.61 la siguiente estructura de pavimento con los siguientes parámetros de diseño:

CBR DE DISEÑO	51.64 %
MODULO RESILIENTE	5164 Kg/Cm ²
CATEGORIA DE LA SUB RASANTE	S5

No DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO **4.47E+05**
 CATEGORIA DEL TRANSITO DE DISEÑO T1
 REGION CLIMATICA (CALIDO SECO Y CALIDO SEMI HUMEDO
 CON PRECIPITACION MEDIA ANUAL 20-30°C >4000mm R6

Tabla 1. Estructura de pavimento

RESULTADOS	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
Carpeta asfáltica	8.0	MDC-2
Base	15	BG-1
Sub-base	20	SBG-1

Fuente. Pasante

Para el sector dos que se encuentra desde el K0+000 hasta el K5+115.27 cabe decir que se inicia después de la línea férrea y por eso se habló de K0+000, con los siguientes parámetros de diseño se propuso la siguiente estructura de pavimento:

CBR DE DISEÑO 52.82 %
 MODULO RESILIENTE 52820 Kg/Cm2
 CATEGORIA DE LA SUB RASANTE S5
 No DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO **9.72E+04**
 CATEGORIA DEL TRANSITO DE DISEÑO T1
 REGION CLIMATICA (CALIDO SECO Y CALIDO SEMI HUMEDO
 CON PRECIPITACION MEDIA ANUAL 20-30°C >4000mm R6

Tabla 2. Estructura de pavimento

RESULTADOS	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
Carpeta asfáltica	0.03	TSD
Base	20	BG-1
Sub-base	15	SBG-1

Fuente. Pasante

3.1.3 Estudio de tránsito. El tráfico vehicular es la consecuencia de múltiples factores sociales, culturales, económicos y políticos que se presentan en las vías de cualquier territorio donde circulan cualquier tipo automotor, esto constituye la solicitud directa al sistema estructural que conforma al pavimento y como consecuencia al paso repetido de los vehículos que genera el deterioro del pavimento.

El cálculo de la variable tránsito consta de dos aspectos importante

s, el primero es el tránsito actual que circula por la vía del proyecto y es el punto de apoyo para el inicio de la proyección y el segundo es el comportamiento del tránsito a lo largo del periodo de diseño, el cual da idea del crecimiento del parque automotor a medida que transcurre el tiempo.

De acuerdo con las características del proyecto, el manual de INVIA y las diferentes metodologías de diseño de pavimento rígido, se tiene en cuenta el número de ejes equivalentes de 8.2 ton. que circulan a lo largo de la vía durante el periodo de diseño que corresponde en este caso a 20 años (tanto para estructuras nuevas como para rehabilitaciones). Por consiguiente se realizaron aforos durante los siete días de la semana en un horario de 6:00 am hasta las 7:00 pm

en jornada continua, determinando así intensidades de circulación, origen-destino y objetos de los viajes realizados, accidentes de circulación.

3.1.3.1 Tránsito futuro. Para el pronóstico del tránsito se utilizó lo recomendado por el Ingeniero ALFONSO MONTEJO FONSECA, en su libro INGENIERIA DE PAVIMENTOS, Tercera Edición, Tomo I: Fundamentos, Estudios Básicos Y Diseños, que establece como componentes del tránsito futuro las siguientes:

3.1.3.1.1 Tránsito Existente: es aquel tránsito que pasa por la vía antes de ser pavimentada.

La información necesaria para cuantificar el tránsito existente de una vía se debe recolectar con base en los procedimientos de la ingeniería de tránsito.

La información que se requiere es la siguiente:

El tránsito promedio semanal (TPDS)

Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos.

Para obtener el tránsito con que se calculará la estructura de pavimento, se realizó un conteo del Corregimiento de Sabanagrande (PR 0+000) sector uno y dos (Dicho conteo tuvo una duración de 7 días continuos con horario de 6 a.m. – 7 p.m.), para determinar así su TPDS.

Tabla 3. Resultados obtenidos para el sector 1.

	AUTOS		BUSES		CAMIONES		DISTRIBUCCION DE CAMIONES											
							C2P		C2G		C3		C4		C5		>C5	
	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%
TPD	20	48.78%	5	12.54%	16	39.02%	9	56.25%	7	43.75%								
TOTAL TPDS	41						16											

Fuente. El pasante del proyecto.

Tabla 4. Resultados obtenidos de los conteos para el sector 2.

	AUTOS		BUSES		CAMIONES		DISTRIBUCCION DE CAMIONES											
							C2P		C2G		C3		C4		C5		>C5	
	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%
TPD	8	53.33%	3	22.86%	4	26.67%	4	100.0%										
OTAL TPD	15						4											

Fuente. El pasante del proyecto.

3.1.3.1.2 Tránsito Atraído. Es el volumen del tránsito que, sin cambiar ni su origen ni su destino, puede llegar a utilizar la nueva vía en proyecto, atraído por las mejores condiciones de rodadura, por la reducción de tiempos de viajes u otros diferentes motivos que hacen que la nueva vía sea una mejor opción para circular por ella.

3.1.3.1.3 Tránsito Generado. Es el Volumen de tránsito que resulta como consecuencia del desarrollo económico y social de la nueva zona de influencia.

Para la determinación del tránsito atraído y generado se asumió un valor correspondiente al 100% del tránsito Existentes, por los siguientes motivos:

La producción ganadera, agrícola, materiales de explotación y pesquera de la región hacen de este proyecto, una condición única para beneficiar aproximadamente a 500 personas que a diario transitan por esta carretera, tanto estudiantes, campesinos y turistas que visitan esta despensa agrícola y pesquera, ubicada cerca del COMPLEJO CENAGOSO DE AGUA DULCE MAS GRANDE DE LATINOAMERICA. Las mejores condiciones de la vía, hará que más personas vuelvan a utilizarla.

En las tablas 5 y 6 podemos ver un resumen de los resultados obtenidos del tránsito atraído.

Tabla 5. Resultados obtenidos del tránsito atraído para el sector 1.

	AUTOS		BUSES		CAMIONES		DISTRIBUCCION DE CAMIONES											
							C2P		C2G		C3		C4		C5		>C5	
	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%
TPD	3	37.50%	1	12.50%	4	50.00%	2	56.25%	2	43.75%								
TOTAL TPDS	8						4											

Tabla 6. Resultados obtenidos del tránsito atraído para el sector 2.

	AUTOS		BUSES		CAMIONES		DISTRIBUCCION DE CAMIONES											
							C2P		C2G		C3		C4		C5		>C5	
	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%
TPD	1	33.33%	1	33.33%	1	33.33%	1	100.0%										
TOTAL TPDS	3						1											

Del análisis de resultados del tránsito atraído y de los conteos realizados se determinó el tránsito actual de las vías en estudio.

En la tabla 7 y 8 podemos observar los valores de TPDS obtenidos de los estudios anteriormente mencionados.

Tabla 7. TPDS Obtenido para el sector 1.

	AUTOS		BUSES		CAMIONES		DISTRIBUCCION DE CAMIONES											
							C2P		C2G		C3		C4		C5		>C5	
	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%
TPD	27	47.25%	7	12.50%	23	40.25%	13	56.25%	10	43.75%								
TOTAL TPDS	57						23											

Tabla 8. TPDS Obtenido para el sector 2.

	AUTOS		BUSES		CAMIONES		DISTRIBUCCION DE CAMIONES											
							C2P		C2G		C3		C4		C5		>C5	
	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%
TPD	11	49.04%	5	24.20%	6	26.75%	6	100.0%										
TOTAL TPDS	22						6											

Con los resultados obtenidos anteriormente se logra calcular el TPDS actual en las vías en estudio.

Por lo tanto el tránsito actual está dado por:

Tránsito Actual (TA) = 80 Vehículos mixto/día

Para el sector dos (2) se tiene: Transito Actual (TA) = 28 Vehículos mixto/día

Para el año 2017 podemos apreciar que los TPDS valor obtenido del tránsito actual que se obtuvo en el conteo durante los 7 días comprendido entre el 22 de Julio y el 28 de Julio del Presente Año 2017 y el adicional ocasionado por el tránsito atraído y tránsito generado.

3.1.3.1.4 TRÁNSITO FUTURO (TF). El volumen del tránsito futuro, está conformado por el Tránsito Actual (TA) y el Incremento del Tránsito (IT), esperado al final del periodo de diseño seleccionado.

$$TF = TA + IT \quad (1)$$

3.1.3.1.5 Incremento del Tránsito (IT). El incremento del tránsito de la vía es el que se espera sea utilizado por un volumen de tránsito durante el periodo de diseño.

Para el porcentaje de crecimiento se tomó el 6.5% de acuerdo a las tasas de crecimiento obtenidos en un muestreo de la Red Vial Nacional para TPD menores a 500 vehículos y adelantados por el Instituto Nacional de Vías y que se muestra en la tabla 9:

Tabla 9. Crecimiento obtenido por la red vial nacional

TABLA DE CRECIMIENTO OBTENIDAS POR LA RED	
VIAL NACIONAL	
TPDS	TASA DE CRECIMIENTO (%)

	TOTAL vehículos	VEHICULOS COMERCIALES
<500	6,0 - 6,5	5,5 – 6,0
500-1000	5,7 - 6,3	5,5 – 6,0
1000- 2500	4,5 - 5,5	4,0 – 5,0
2500- 5000	4,5 - 5,5	4,0 – 5,0
5000- 10000	4,5 - 5,5	4,0 – 5,0
>10000	4,0 - 6,0	3,0 – 5,0

Fuente. Manual de diseño del instituto nacional de vías. Ingeniero ALFONSO MONTEJO FONSECA, en su libro INGENIERIA DE PAVIMENTOS.

3.1.3.1.6 Cálculo de número acumulado de vehículos Comerciales. Uno de los principales objetivos para el cual se analiza el tránsito, es el de diseñar la estructura del pavimento que soportará las cargas impuestas por dicho tránsito, por eso es necesario determinar el tránsito inicial (año 2017), así como el tránsito futuro de los vehículos comerciales (Buses y Camiones) que afectan directamente el carril de diseño (por el cual circula un mayor número de vehículos pesados).

Para determinar el tránsito a lo largo del periodo de vida o acumulado es necesario conocer el tránsito consolidado de vehículos comerciales (TC) afectado por una tasa anual de crecimiento.

3.1.3.1.7 Factor Daño. El cálculo del número de ejes equivalentes se hace tomando como base los conteos vehiculares para lo cual es necesario transformar el grupo vehicular en ejes equivalentes de 8.2 Ton, mediante un factor, denominado Factor Daño o Factor de Equivalencia. En Colombia todos los factores de equivalencia se refieren a un eje simple de 8.2 ton. Debido al crecimiento de la capacidad de carga de los automotores en el país y a la falta de información de pesajes realizados sobre la vía, en estudio se considera suficiente utilizar para el cálculo del tránsito de diseño los factores daño recomendados por la Universidad del Cauca¹ que se muestran en la tabla.

Tabla 10. Factores de equivalencia recomendados por la U. del Cauca

TIPO DE VEHICULOS	FACTORES DE EQUIVALENCIA
C-2 Pequeño	1.14
C-2 Grande	3.44
C-3	3.76
C2 -S1	3.37
C-4	6.73
BUS P-600	0.4

Fuente. Ingeniería de pavimentos. Tomo 3, Ingeniero ALFONSO MONTEJO FONSECA, en su libro INGENIERIA DE PAVIMENTOS

¹ MONTEJO FONSECA, Alfonso. INGENIERIA DE PAVIMENTO. 3 Edición, Tomo I. Fundamentos, Estudios Básicos y Diseños. Pág. 34. Tabla No 2.5.

3.1.3.1.8 Calculo del número de ejes equivalentes de 8.2 ton durante el periodo de diseño en el carril de diseño, N. Una vez obtenidos el número de vehículos comerciales acumulado que pasarán por el carril de diseño durante el periodo de diseño y el Factor Daño, transforman a ejes simples equivalentes de 8.2 Ton, obteniendo los resultados mostrados en los anexos tabla 10.

3.1.4 Diseño geométrico. El proyecto contempla los Estudios y Diseños para la **CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA SABANAGRANDE-GUAIMARAL, MUNICIPIO DE CURUMANI DEPARTAMENTO DEL CESAR.,** el cual se encuentra localizada en la parte suroeste del municipio, comunicando este con varias veredas del municipio, y con toda la zona productiva, este tramo de vía consta de una longitud aproximada de 7.0 kms y estos se encuentran en terreno destapado, con una vía definida en condiciones deplorables.

El corredor de esta parte del proyecto tiene una longitud de 7000 metros, ancho de 12 metros entre paramentos en algunas partes, lo cual permitirá una vía de una (1) calzada, con dos (2) carriles de 3.0 m de ancho de circulación por sentido, para un total de 6,00 m entre carril y cunetas, teniendo en cuenta que para velocidades de 40km/h en terrenos plano el ancho de calzada es de 6,00m, por lo tanto para este estudio, se tomó el ancho de calzada de 6,00m para velocidad de 40km/h, pero sin bermas que es la especificación para vías terciarias.

La otra parte del proyecto contempla los Estudios y Diseños para la pavimentación en pavimento flexible de la carretera en mención.

El área de la zona de estudio se encuentra en condiciones no aceptable, las cuales presentan una alta deficiencia de estructuras de drenaje, causando aún más deterioro de la subrasante y dificultando el tránsito por esta. En el recorrido de la topografía se tomaron todos los accidentes y obras en dicha vía, el tramo a diseñar funciona actualmente como una vía terciaria, en su totalidad el corredor se encuentra sin pavimentar y su carpeta de rodadura en terreno natural se encuentra

en mal estado debido a la lluvia y la erosión causada por los pocos vehículos y el ganado que transita por la vía.



Fuente. Pasante del proyecto



Fuente. Pasante del proyecto

3.1.4.1 Diseño y evaluación. Se elaboraron los diseños de tal manera que permitieran realizar una evaluación general de la funcionalidad de la vía, afectación de predios, tipo de estructuras que deberán diseñarse y con ello hacer un análisis apreciativo de los costos de construcción, estimativo que permitió finalmente decidir los cambios que deben efectuarse y proceder así a realizar los diseños definitivos.

Una vez estudiada la integración de la vía a la red vial existente y definidos todos y cada una de los parámetros que rigen su diseño y especificaciones, se procedió a precisar los diseños, dimensionando todos los elementos que caracterizan los alineamientos horizontal, vertical y las secciones transversales.

Finalizada esta etapa, se cuenta con la información completa y precisa de todos los "PI", alineamientos y demás elementos que permiten la localización del proyecto.

Finalmente se procedió a realizar el cálculo de los elementos que conforman las curvas verticales y horizontales (alineamiento), representados gráficamente en planos planta perfil.

3.1.4.2 Clasificaciones del corredor según su funcionalidad y tipo de terreno

3.1.4.2.1 Según su funcionalidad primarias

Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Las carreteras consideradas como Primarias deben funcionar pavimentadas.

Secundarias

Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.

Terciarias

Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias.

3.1.4.2.2 Según el tipo de terreno ver tabla

Tabla 11. Movimiento de tierras

Terreno	Inclinación máxima media de las líneas de máxima pendiente (%)	Movimiento de tierras
Plano (P)	0 a 5	Mínimo movimiento de tierras por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la explanación de una carretera.
Ondulado (O)	5 a 25	Moderado movimiento de tierras, que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
Montañoso (M)	25 a 75	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se puedan presentar en una dirección considerada; hay dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
Escarpado (E)	>75	Máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas en el recorrido de una vía.

Fuente. Manual de diseño geométrico de carretera INVIAS, 2008

De acuerdo a lo anterior la clasificación del tramo es: VIA TERCIARIA – TERRENO PLANO.

3.1.4.3 Velocidad de diseño. Uno de los parámetros más importantes para el desarrollo de los estudios de diseño geométrico es el de la velocidad; de ella dependen las características de la vía a diseñar de manera que garantice seguridad y comodidad al usuario. Existen dos tipos de velocidad que se tienen en cuenta, la velocidad de diseño y la velocidad de operación, esta última es un porcentaje de la velocidad de diseño.

La velocidad de Diseño se define como la máxima velocidad a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una vía dependiendo de las condiciones topográficas y de la clasificación funcional de la vía. De acuerdo lo expuesto anteriormente, la velocidad de diseño (V_d) que se recomienda el tramo, es de 40 Km/h. La razón que se tuvo para tomar esta velocidad que según el diseño es en terreno plano totalmente, pero se tuvo en cuenta datos para el diseño de la vía lo que tiene que ver para la aplicación del diseño con la velocidad de 40 km/h para mejorar algunos parámetros como el radio, el peralte del 6%, entre otros elementos de diseño, esto teniendo en cuenta que para terrenos planos la mínima velocidad de diseño es 40 km/h según el manual del Instituto Nacional de Vías 2013. Según tabla 12 se tiene:

Tabla 12. Valores de la velocidad.

Valores de la Velocidad de Diseño de los Tramos Homogéneos (V_{TR}) 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. Manual de diseño geométrico de carretera INVIAS, 2008

La velocidad de Operación (Vop), es un porcentaje de la velocidad de diseño y está definida como la máxima velocidad a la cual puede viajar un vehículo en un tramo, bajo condiciones prevalecientes de tránsito y bajo condiciones atmosféricas favorables, sin rebasar en ningún caso la velocidad del proyecto o de diseño. En la Tabla 3 se presenta la relación entre velocidad de operación y el flujo vehicular en el cual se basa la determinación de la velocidad de operación para este estudio

Tabla 13. **Velocidad de operación**

VELOCIDAD DE OPERACION PARA DIFERENTES CONDICIONES DE TRANSITO

VELOCIDAD DE OPERACION PROMEDIO (Km/h)

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	VOLUMENES BAJOS	VOLUMENES MEDIOS	VOLUMENES ALTOS
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	---
120	105	85	---

Fuente. Trazado y localización de carreteras, Paulo Emilio Bravo, Sexta Edición

3.1.4.4 Pendientes. La influencia de las pendientes en el diseño del alineamiento vertical se nota en la regulación de las velocidades que desarrollan los vehículos, sin embargo se considera que para pendientes menores del 3% las velocidades se mantienen aproximadamente uniformes; las pendientes mínimas para este proyecto estarán determinadas por las condiciones de drenaje y las máximas quedan definidas de acuerdo a su velocidad de diseño y clasificación del corredor.

De acuerdo a lo anterior para el diseño del corredor se manejaron pendientes de 0.10% y 0.20%, debido a las topografía y condiciones del terreno, no se manejaron las pendientes recomendadas por el manual de diseño geométrico (INV-2008) pues se determinó que es demasiado plano el terreno.

Tabla 14. Relación entre la pendiente máxima

Relación entre la pendiente máxima (%) y la Velocidad Específica de la tangente vertical (V_{TV})

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	5	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

Fuente. Manual de diseño geométrico de carretera INVIAS, 2008

También se debió tener especial cuidado en garantizar la longitud mínima de la curva vertical, el cual se hizo en este caso bajo el criterio de operación dado que con esto se evitara gran movimientos de tierra para subir pendiente. Además se debió permitir que el perfil de la vía en la curva vertical tuviese una adecuada estética y apariencia. El control de la distancia de visibilidad de parada se hizo mediante el parámetro K, el cual es igual a la relación L/A (distancia horizontal, en metros necesaria para tener un cambio de pendiente de uno por ciento (1%) a lo largo de la curva).

Tabla 15. Valores de K.

Valores de K_{\min} para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{cv} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE K_{\min}				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 ⁽¹⁾
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 ⁽¹⁾
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

⁽¹⁾ La adopción de este valor tiene como finalidad garantizar unas mínimas condiciones de estética a las carreteras, y por consiguiente de comodidad para los usuarios.

Fuente. Manual de diseño geométrico de carretera INVIAS, 2008

3.1.4.5 Radio de curvatura. El radio mínimo de curvatura teniendo en cuenta la velocidad de diseño, el peralte máximo de la vía y los vehículos tipo seleccionados considerados para el diseño geométrico de la pavimentación de la vía es de 50m para vehículos pesados y para vehículos livianos, con lo cual se logro definir los espacios de los que se debe disponer para lograr una maniobra sin interrupciones. El radio mínimo de las curvas horizontales está ligado a las características funcionales de la vía, y respondiendo a los valores exigidos para la velocidad de diseño (V_d) y está dado por la ecuación (1) cuyos resultados se encuentran en la Tabla 15.

$$R_{\text{Cmin}} = \frac{(V_{\text{CH}})^2}{127 * (e_{\text{max}} + f_{\text{Tmax}})} \quad (2)$$

Tabla 16. Radios mínimos para peralte máximo

Radios mínimos para peralte máximo $e_{\text{máx}} = 6\%$ y fricción máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{\text{Tmáx}}$	TOTAL $e_{\text{máx}} + f_{\text{Tmáx}}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 ⁽¹⁾
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

⁽¹⁾ La adopción de este valor redondeado se sustenta básicamente en la necesidad de suministrar a los vehículos condiciones de desplazamiento cómodas, en aras de permitir giros sin requerir cambios muy fuertes en su velocidad.

Fuente. Manual de diseño geométrico de carretera INVIAS, 2008

3.1.4.6 Secciones transversales. La sección transversal de una vía en un punto cualquiera de ésta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal que permite definir las dimensiones de los elementos que conforman dicha vía, como la calzada, el separador, sardineles, andenes, etc. En las tablas 17 y 18 se presentan los anchos mínimos que debe tener el tramo en estudio para las condiciones específicas anteriormente nombradas.

Tabla 17. Ancho de calzada (metros)

Ancho de calzada (metros)

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente. Manual de diseño geométrico de carretera INVIAS, 2008

Tabla 18. Ancho de bermas

Ancho de bermas

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas ¹	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria ²	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

¹ Berma derecha/Berma izquierda² Berma cuneta

Fuente. Manual de diseño geométrico de carretera INVIAS, 2008

3.1.4.7 Resumen parámetros básicos de diseño. El resumen de los parámetros que influyen en el diseño geométrico se presenta en la tabla 19. Estos parámetros fueron determinados teniendo

en cuenta las características físicas y topográficas del área de influencia del proyecto, de tal manera que el diseño obtenido logre optimizar el aspecto del entorno físico de los sectores que atraviesa y que los impactos ambiental y socio-económicos sean mínimos, dándole al usuario de las vías agilidad, funcionalidad, seguridad y comodidad al transitar.

Tabla 19. **Cuadro resumen de parámetros de diseño.**

CUADRO RESUMEN DE PARAMETROS DE DISEÑO

PARÁMETRO	VALOR
1 Clasificación de la vía	Terciaria
2 Velocidad de diseño	40 Km/h
3 Ancho de calzada en pavimento flexible	6.00 m
4 Ancho de carril en pavimento flexible	3.0 m
5 Radio mínimo de curvatura	50.00 m
6 Peralte máximo	6.00 %
7 Pendiente mínima	0.10 %
8 Pendiente máxima	0.20 %
9 Bombeo normal	2.00 %

3.1.4.8 Modelo de cómputo para el diseño geométrico. Actualmente existen nuevas tecnologías que le dan mayor rapidez, alta precisión y rendimiento a los procesos de cálculo y dibujo del diseño geométrico, que minimizan al máximo el error humano y representan una gran ventaja porque generan una gran reducción en el tiempo para obtener los elementos que conforman los alineamientos de las curvas. Esta nueva tecnología permite determinar los elementos que conforman el diseño geométrico con su respectivo alineamiento; el proceso a seguir para la utilización de este sistema se describe a continuación.

En esta etapa se cuenta con la ayuda del "software" conocido comercialmente como DISEÑO COMPUTARIZADO DE CARRETERAS “SOFTWARE DE VIAS”, del ingeniero John Jairo Agudelo Ospina, con el fin de sistematizar y optimizar los procedimientos que se siguen dentro del diseño geométrico, con lo cual se busca disponer de mayor tiempo para el análisis de las diferentes alternativas hasta lograr la más funcional que se acomode mejor en la distribución de los espacios, logrando así el proyecto más económico, y que cumpla con las especificaciones dadas, esto se logra debido a que dicho software no más que una herramienta que agiliza el cálculo y dibujo y cualquier modificación que se realice en los diseños se puede obtener rápidamente, para una vez analizada se apruebe o no.

El "software de vías" permite calcular y obtener el dibujo final del alineamiento diseñado, entregando así la magnitud de cada uno de los elementos que conforman las curvas, las coordenadas de los PI, de acuerdo al sistema establecido inicialmente y el abscisado completo de los ejes espaciados según se acuerde. De igual manera permite obtener la magnitud de los elementos de las curvas verticales que el diseñador define con las pendientes y la longitud de la curva que cumpla con el parámetro de drenaje.

3.1.4.8.1 Descripción y alcance del programa.

3.1.4.8.1.1 Definir especificaciones. Inicialmente se deben definir las especificaciones generales del proyecto o de cada uno de los ejes con que cuenta dicho proyecto. Para esto se procede de la siguiente manera:

Comando: ESPRO (Especificaciones del Proyecto)

Menú: ~~V~~ías Espro

Aparece la siguiente caja de dialogo:

Figura 5. Caja de diálogo para definir especificaciones

Se debe de ingresar el número del eje o del proyecto y cada una de las especificaciones y finalizar con la opción OK. Si no se define ningún eje o proyecto el programa asumirá los valores que aparecen en la caja de dialogo mostrada arriba.

3.1.4.8.1.2 Alineamiento horizontal. El programa cuenta con cuatro comandos para el diseño de curvas horizontales: DCC (Dibujo Curva Circular), DCEC(Dibujo Curva Espiral Circular), DCEE (Dibujo Curva Espiral Espiral) y ESPIAS (Espiral Asimetrica). Los cuatro comandos generan además del dibujo de cuadro de elementos, un vínculo con atributos ubicado en el PI, un archivo de texto y un archivo Excel. Además es posible anular curvas ya diseñadas y reiniciar en cualquier punto.

Cada uno de estos posee su propia caja de dialogo que se presenta al señalar las líneas que conforman el PI horizontal a diseñar. Una de estas es la siguiente:

CALCULO Y DIBUJO DE CURVA CIRCULAR

JOHN JAIRO AGUDELO - UNIVERSIDAD EAFIT

Datos de Entrada

Nº del Eje:

PI Nº :

Delta :

Cuerda/Arco:

PT atrás :

Dato de Cálculo

Grado

Radio

Externa

Tangente

Longitud

Valor Elementos

Grado :

Radio :

Tangente:

Externa :

Longitud:

Textos

Altura:

Distancia:

Longitud curva

Cuerda Arco

Curva Inicial

Curva Final

OK Cancel Ayuda... Calcule

Figura 6. Caja de diálogo para comando DCC

PUNTO	NORTE	ESTE	AZIMUT	DIST	DELTA	R	G	L	T	E	C	PC	PT
POT	1171520.000	830030.000											K0+0.00
PI 1	1171734.767	829949.837	339d31'54"	229.240	121d56'16" D	90.00	6d21'58"	191.54	162.16	95.46	9.995	K0+67.08	K0+258.62
PI 2	1171661.449	830311.194	101d28'10"	368.720	77d51'17" I	80.00	7d9'43"	108.71	64.61	22.84	9.993	K0+400.57	K0+509.28
PI 3	1171793.024	830368.718	23d36'53"	143.600	78d10'55" D	80.00	7d9'43"	109.16	64.99	23.07	9.993	K0+523.28	K0+632.44
PI 4	1171738.508	830629.746	101d47'48"	266.660	85d11'34" I	100.00	5d43'46"	148.69	91.94	35.84	9.996	K0+742.17	K0+890.86
PF	1171864.717	830667.380	16d36'14"	131.700									K0+930.62

Figura 7. Cuadro de elementos generado con comando DCC

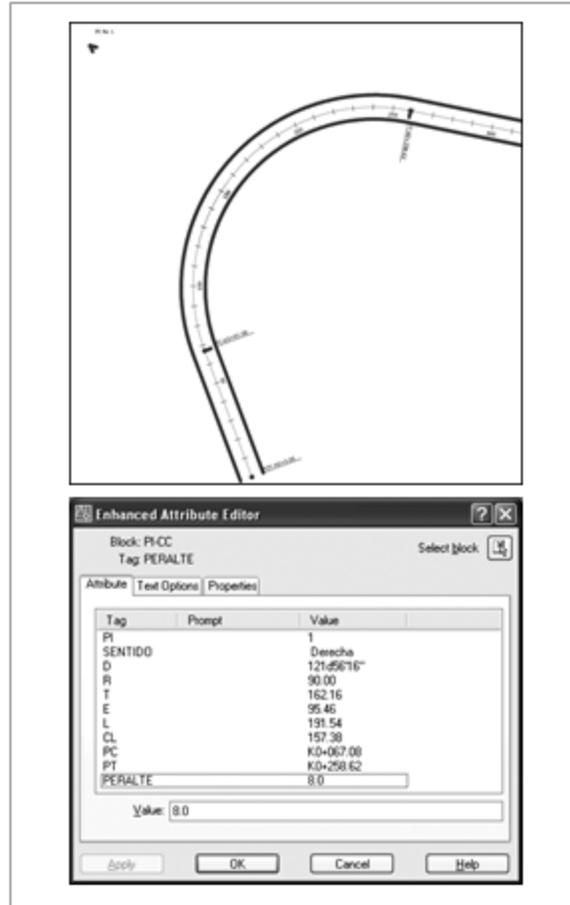


Figura 8. Dibujo de curva y cuadro de atributos generado con comando DCC

NORTE : 1171734.767
 ESTE : 829949.837
 ABSCISA PC : K0+067.08
 ABSCISA PT : K0+258.62
 Delta : 121d56'16"
 Radio : 90.00
 Grado : 6d21'58"
 Tangente : 162.16
 Longitud : 191.54
 Externa : 95.46
 Cuerda : 9.995
 Cuerda Larga : 157.38

ABSCISA	DEFLEXION	DISTANCIA	CUERDA	DEFLEX. PI	DIST. PI
PC:K0+067.08	0d0'0"	0.00	0.00	0d0'0"	162.16
70.00	0d55'46"	2.92	2.92	0d1'1"	159.24
80.00	4d6'45"	12.92	12.91	0d21'19"	149.29
90.00	7d17'44"	22.92	22.86	1d11'32"	139.52
100.00	10d28'44"	32.92	32.74	2d37'22"	130.11
110.00	13d39'43"	42.92	42.51	4d45'0"	121.26
120.00	16d50'42"	52.92	52.16	7d40'12"	113.25
130.00	20d1'41"	62.92	61.65	11d26'59"	106.36
140.00	23d12'40"	72.92	70.94	16d5'8"	100.91
150.00	26d23'39"	82.92	80.02	21d27'41"	97.22
160.00	29d34'38"	92.92	88.85	27d19'17"	95.55
170.00	32d45'38"	102.92	97.40	33d17'48"	96.01
180.00	35d56'37"	112.92	105.66	38d59'18"	98.58
190.00	39d7'36"	122.92	113.59	44d4'9"	103.05
200.00	42d18'35"	132.92	121.16	48d20'37"	109.16
210.00	45d29'34"	142.92	128.37	51d44'57"	116.58
220.00	48d40'33"	152.92	135.18	54d19'3"	124.98
230.00	51d51'33"	162.92	141.57	56d7'58"	134.09
240.00	55d2'32"	172.92	147.52	57d17'45"	143.68
250.00	58d13'31"	182.92	153.02	57d54'26"	153.55
PT:K0+258.62	60d58'8"	191.54	157.38	58d3'44"	162.16

Figura 9. Archivo de texto generado con comando DCC

3.1.4.8.1.3 Obtención de perfiles longitudinales. El programa cuenta con cuatro comandos para obtener perfiles longitudinales a lo largo de un eje. Desde una topografía con el comando PERFIL, desde una malla de puntos con el comando PERMAL, desde una nube de puntos con el comando PERPUN y desde un archivo con el comando IP.

Cuando se trata de eje de una via se utiliza el comando perfil el cual se describe a continuación:

Comando: PERFIL

MENU: VIAS → PERFIL → EJE

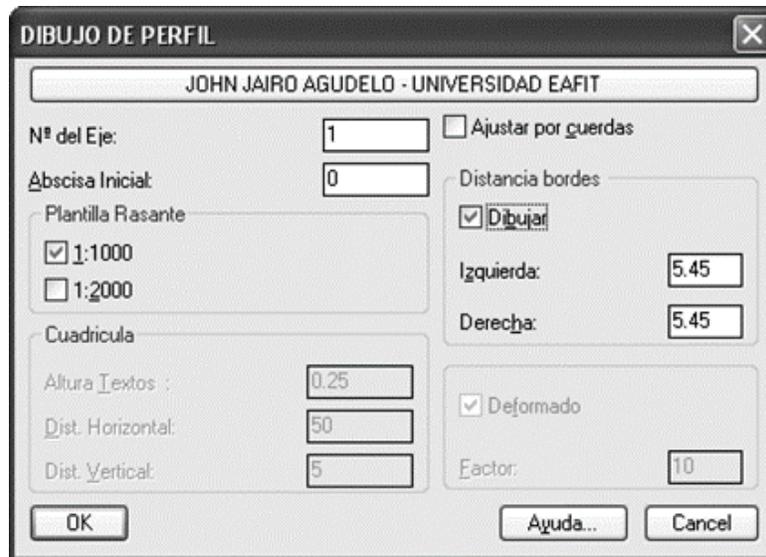


Figura 10. Caja de diálogo de comando PERFIL

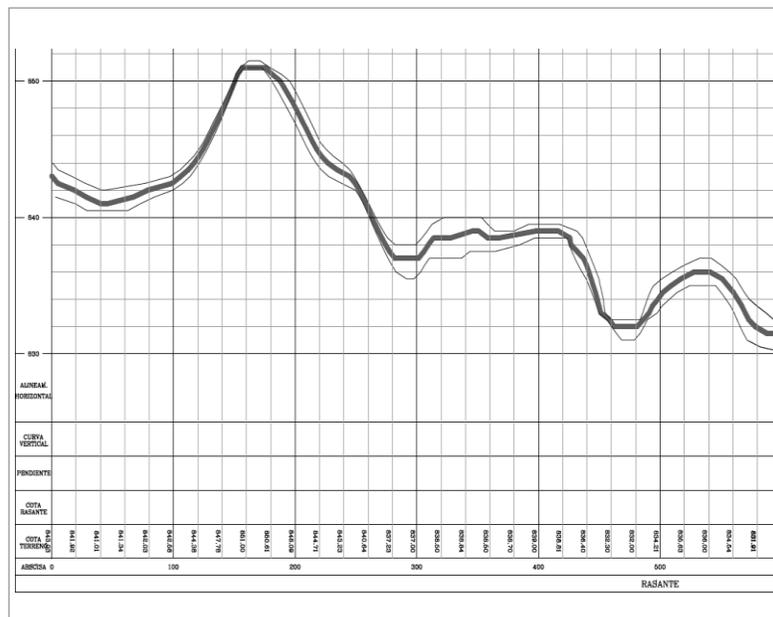


Figura 11. Perfil longitudinal generado con comando PERFIL

3.1.4.8.1.4 Alineamiento vertical. Se cuenta con varias herramientas para el buen diseño de la rasante. Una de ellas es la que permite el cálculo y dibujo de curvas verticales.

Comando: CCV1

MENU: VIAS → ALIN. VERTICAL → CV -1000

Al señalar las líneas que conforman el PIV a diseñar se presenta la siguiente caja de dialogo:

Figura 12. **Caja de diálogo para diseño de curvas verticales**

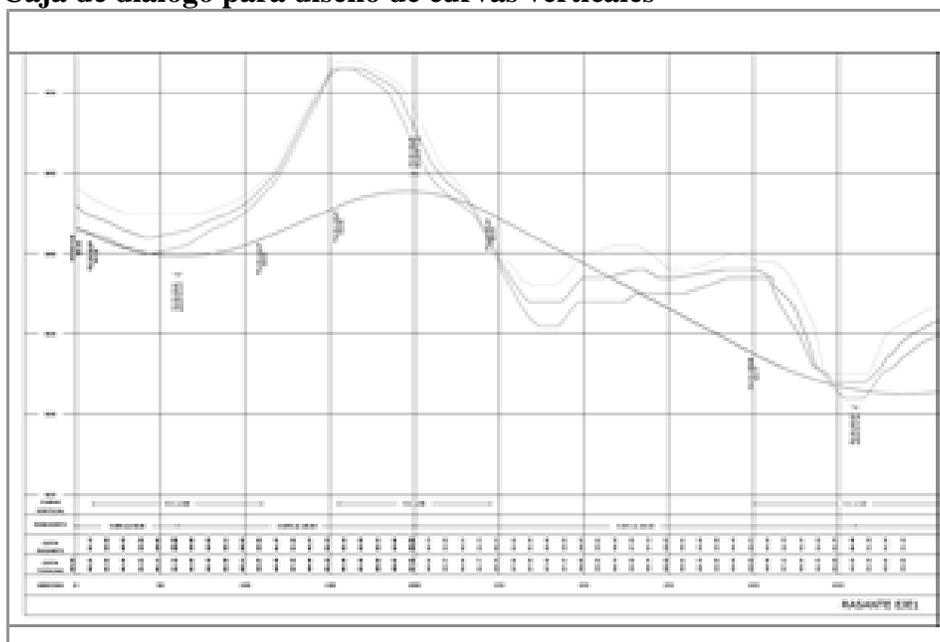


Figura 13. **Diseño de curvas verticales**

El comando también genera cuadro de atributos y un archivo de texto con los resultados. Al igual que las curvas horizontales estas también se pueden anular.

3.1.4.8.1.5 Cálculo y diseño de peralte. El programa cuenta con tres comandos para el cálculo del peralte. Uno para el cálculo del peralte de curvas verticales, otro para curvas espiralizadas y un tercero para el dibujo del diagrama.

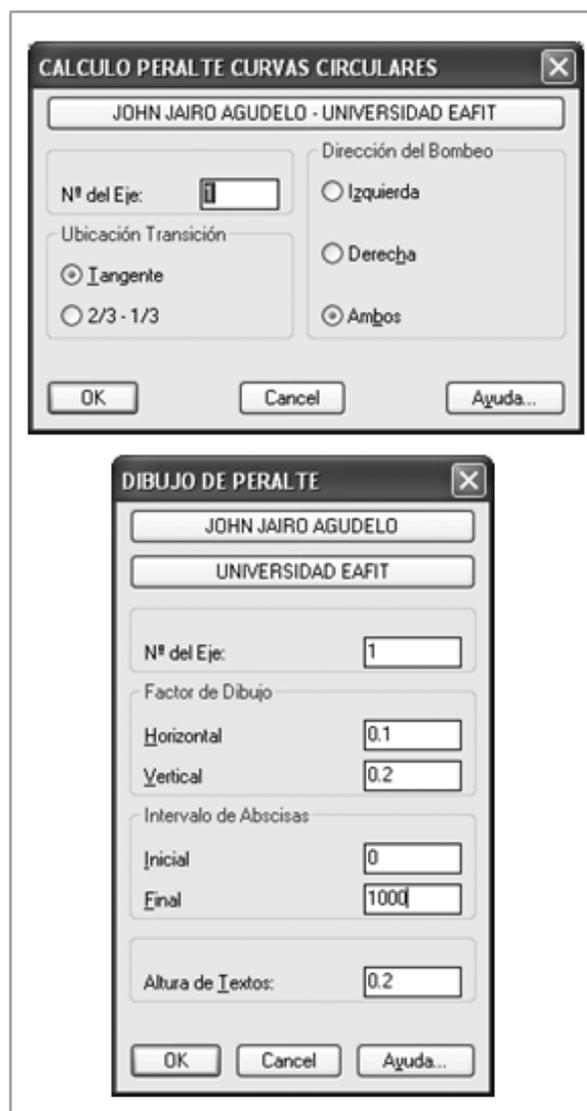


Figura 14. **Cajas de diálogo para el cálculo y dibujo del peralte**
El archivo del cálculo es el siguiente:

ABSCISA	PERALTE IZQ. (%)	PERALTE DER. (%)	CORR. IZQ. (m)	CORR. DER. (m)	PUNTO90
100.00	-2.00	-2.00	-0.073	-0.073	
110.00	-2.00	-2.00	-0.073	-0.073	
118.05	-2.00	-2.00	-0.073	-0.073	
120.00	-2.00	-1.59	-0.073	-0.058	
127.53	-2.00	0.00	-0.073	0.000	
130.00	-2.00	0.52	-0.073	0.019	
137.01	-2.00	2.00	-0.073	0.073	
140.00	-2.63	2.63	-0.096	0.096	
150.00	-4.74	4.74	-0.173	0.173	
160.00	-6.85	6.85	-0.250	0.250	
165.45	-8.00	8.00	-0.292	0.292	PC
170.00	0.00	0.00	0.000	0.000	

Figura 15. Archivo generado por comando PERACIR
Parte de un diagrama de peralte dibujado se muestra a continuación:

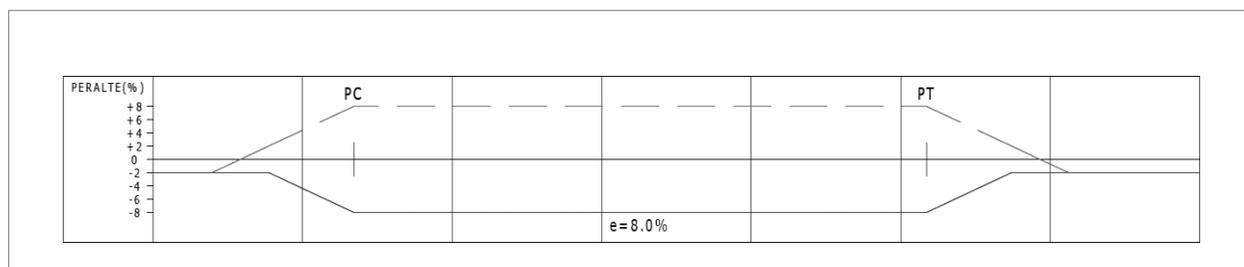


Figura 16. **Diagrama de peralte dibujado**

3.1.4.8.6 Movimiento de tierra. Para el cálculo de movimiento de tierra se tiene varios

comandos de los cuales se presentan los más importantes:

Comando TOMASE

MENU: VIAS → SECCIONES TRANSVERSALES → TOMAR SECCIONES

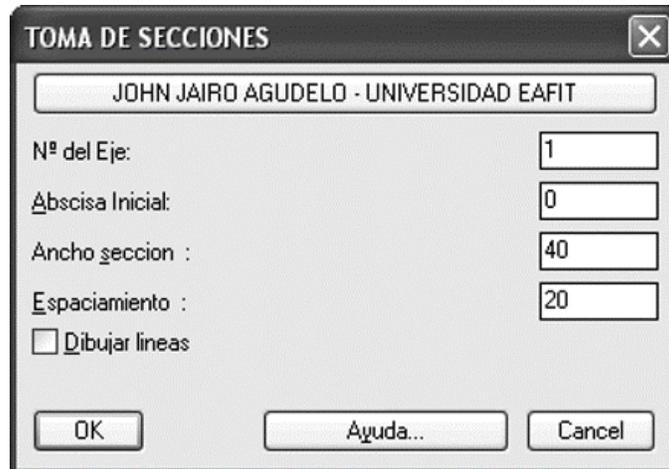


Figura 17. Caja de diálogo de comando TOMASE
Comando: RASTRO

MENU: VIAS → SECCIONES TRANSVERSALES → CUADRO DE BANCA

El comando genera de manera simultánea un cuadro de datos en Autocad, en Excel y en un archivo de texto. Al llamar el comando se presenta la siguiente caja de dialogo:

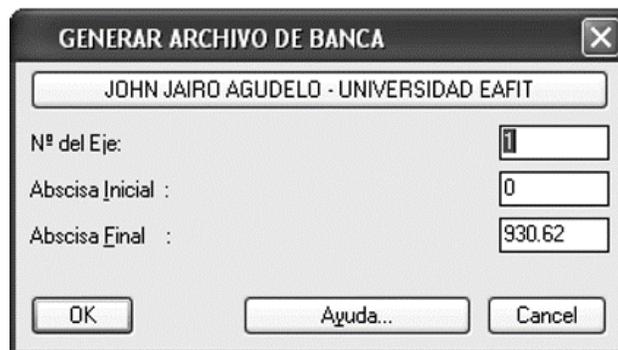


Figura 18. Caja de diálogo de comando RASTO
El archivo generado en Excel presenta el siguiente formato:

ABSCISA	COTA TERRENO	COTA RASANTE	PERALTE IZQ (%)	PERALTE DER (%)	COTA BORDE IZQ	COTA BORDE DER
0.00	843.03	842.100	-2.00	-2.00	842.027	842.027
10.00	842.31	841.659	-2.00	-2.00	841.586	841.586
20.00	841.92	841.336	-1.93	-2.00	841.265	841.263
30.00	841.42	841.130	0.18	-2.00	841.137	841.057
40.00	841.01	841.043	2.29	-2.29	841.126	840.959

Tabla 20. Generada en Excel con comando RASTO
Comando: SECTO

MENU: VIAS → SECCIONES TRANSVERSALES → BANCA

Figura 19. Caja de diálogo de comando SECTO

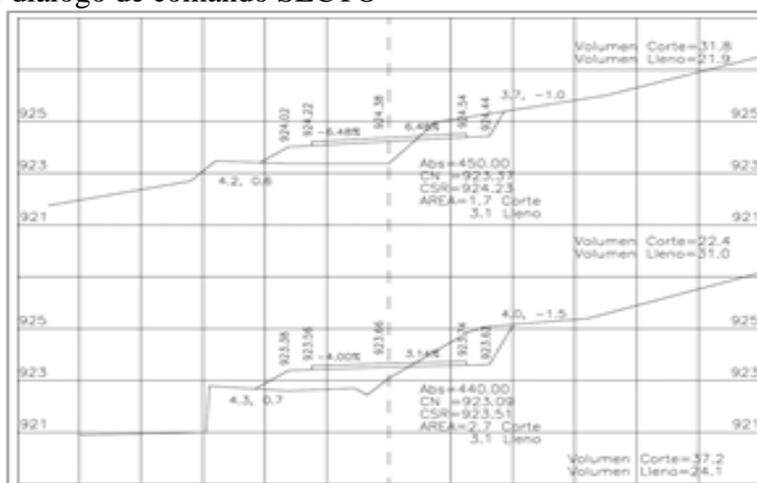


Figura 20. Secciones obtenidas con comando RASTO

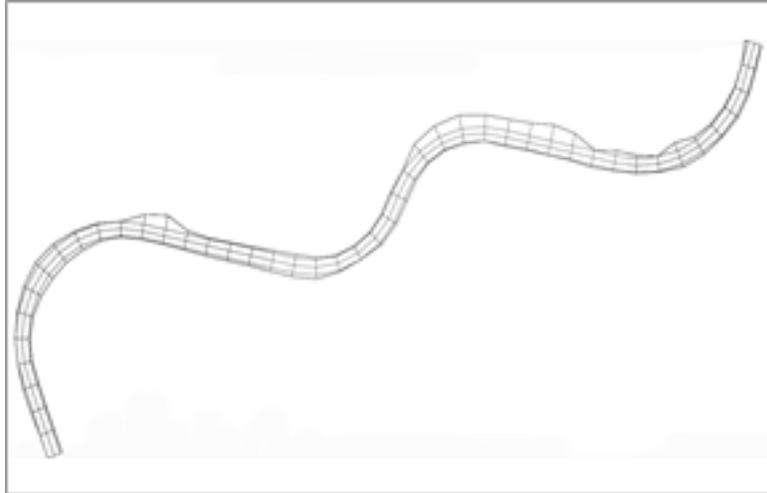


Figura 21. Ubicación de chaflanes en planta



Figura 22. Vía tridimensional obtenida

3.1.4.8.7 Otros comandos. Se han incorporado solo algunas de las rutinas más importantes para el diseño de vías. Por lo tanto a continuación se hace un listado de otras aplicaciones o comandos con que cuenta el programa.

- Obtención de perfiles de una nube de puntos o archivo.
- Ajuste y control automático del diseño de rasante.
- Obtención y dibujo de secciones transversales.
- Dibujo de referencias, cálculo de áreas y replanteo de puntos.
- Cálculo y dibujo de levantamientos topográficos.
- Control de cierre, cálculo de precisión y ajuste de poligonales.
- Importación y exportación de puntos y exportación de datos de una poligonal.
- Dibujo de cuadrícula de coordenadas.
- Abscisado y exportación de coordenadas de un eje.
- Interpolación de puntos tridimensionales.
- Asignación de elevación a curvas de nivel y colocación automáticas de cotas.
- Obtención automática de cantidad, longitud y área de elementos longitudinales.

3.1.5 Señalización. El estudio y diseño de señalización y demarcación se desarrolló en forma complementaria al Estudio de Diseño Geométrico, con el fin de proporcionar a los usuarios de la vía la información suficiente que propicie un funcionamiento adecuado dentro de los lineamientos de agilidad, comodidad y seguridad. Este estudio tiene como material básico para su desarrollo, el "manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas" del Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías, según lo establece la ley 769 de 2002. El objetivo principal de los sistemas de control de tránsito, como

la señalización y demarcación en la vía, es indicar al usuario las precauciones, limitaciones y la información estrictamente necesaria que debe tener en cuenta, para que su comportamiento sea coherente y reglamentado, a fin de optimizar el tiempo empleado en los desplazamientos minimizando los riesgos, En vista del acelerado crecimiento del parque automotor del sector del proyecto y desarrollo de nuestras ciudades, las entidades gubernamentales se ven obligadas a crear políticas de seguridad vial, para disminuir los altos índices de accidentalidad, por tanto EL MINISTERIO de TRANSPORTE y EL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, establecen el "Manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y Ciclorutas ", con el cual se busca brindar una guía a usuarios y diseñadores del significado de cada dispositivo.

3.1.5.1 Señales. Se denominan señales de tránsito, a los dispositivos especiales, que indican la forma correcta como deben circular los usuarios de las calles y carreteras, buscando que dicha circulación sea regulada y dirigida.

La principal función de las señales de tránsito, es indicar a los usuarios de las vías las restricciones bajo las cuales debe moverse, las prevenciones que debe tener y la información estrictamente necesaria de su ubicación y los sitios donde las vías lo dirigen.

Las señales de tránsito, deben ser reflectivas o en tal caso estar bien iluminadas, de tal forma que se garantice su visibilidad en horas de la noche, y la ubicación de ellas dentro del ancho de la sección transversal de la vía depende directamente del tipo de señal como se notará en el siguiente subíndice.

Las señales se clasifican en Señales Preventivas (SP), Señales Restrictivas (SR) y Señales Informativas (SI).

- Señales Preventivas:



Señal SP-03

Las señales preventivas son tableros fijados en postes, con símbolos que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia y naturaleza de algún peligro. El tablero de estas señales será cuadrado con las esquinas redondeadas y se colocará sobre su diagonal en un soporte que al igual que el tablero deberán llenar condiciones de resistencia, durabilidad y presentación.

El tamaño del tablero como las dimensiones de los símbolos, deberán cumplir las especificaciones exigidas por las normas vigentes de la nación, según el manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas del Ministerio de Transporte e Instituto Nacional de Vías.

El color del fondo de las señales preventivas, será amarillo tránsito según el patrón aprobado y los símbolos, caracteres y filetes serán negros.

Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que se trate de señalar, a una distancia que depende de la velocidad de proyecto o de marcha en caso que la primera se desconozca. La ubicación lateral responde a las indicadas en el "manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas" y deberán quedar siempre en posición vertical, "de tal forma que el plano frontal de la señal y el eje de la vía

formen un ángulo comprendido entre 85 y 90 grados”. Para este proyecto, las señales preventivas fueron localizadas a 40 metros del sitio de decisión, tomando como base una velocidad de operación aproximada a los 38 Km.

UBICACIÓN LONGITUDINAL DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS

Velocidad (Km/h) 20 40 50 60 70 80 90 100 110

Distancia (m) 30 40 55 75 95 115 135 155 175

- Señales Restrictivas

SR-10



Señal SR-10

Las señales restrictivas son tableros fijados en postes, con símbolos y/o leyendas que tienen por objeto indicar a los usuarios la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito.

El tablero de estas señales será de forma redonda, excepto las de "PARE" Y "CEDA EL PASO", cuyas formas son octagonal y triangular respectivamente. Tanto el tablero como su soporte deberán cumplir condiciones de resistencia, durabilidad y presentación.

El tamaño del tablero como las dimensiones de los símbolos y caracteres deberán cumplir las especificaciones exigidas por las normas vigentes de la nación (Ministerio de Transporte e Instituto Nacional de Vías).

El color del fondo de las señales restrictivas será blanco en acabado reflejante, el anillo y la franja diametral serán en color rojo de acuerdo al patrón exigido por las normas, y su símbolo, letras y filetes serán en color negro.

Las señales restrictivas se asignaron en el punto mismo donde existe la restricción o prohibición, su ubicación lateral responde a la indicada en el manual de referencia para este estudio y deberá quedar siempre en posición vertical, a 90° con respecto al eje de la vía.

SR 34



- Señales informativas

SI-02



SI-05B



SEÑAL SI-02

SEÑAL SI-05B

SEÑAL SI-11

Las señales informativas son tableros fijados en postes con leyendas y/o símbolos, que tienen por objeto guiar al usuario en su recorrido por calles y carreteras, e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, kilometraje, intersecciones y cruzamientos, destinos y ciertas recomendaciones que deben tenerse en cuenta.

Estas señales se clasifican en: Señales Informativas de Destino, de Ruta, de Kilometraje y de Información General. Las señales de Destino se dividen a su vez en Señales Previas que indican antes de una intersección o cruzamiento y en ella, la dirección correcta por seguir para llegar a una población o sitio determinado ; Señales Confirmativas que como su nombre lo indica, confirman la dirección escogida después de una intersección o cruzamiento e indican el recorrido en kilómetros por efectuar para llegar a un sitio determinado y Señales Elevadas que se aplican en vías principales, autopistas o vías expresas, donde existe alta incidencia de tráfico.

Las señales de ruta identifican la vía que se está recorriendo, los postes de kilometraje se utilizan para indicar el abscisado de la vía, a partir de un sitio determinado y las señales de información general indican la localización de sitios de interés que se encuentran a lo largo de una ruta, o la ubicación de lugares destinados a la prestación de servicios.

Las Señales Informativas de Ruta, se presentan en tableros con forma de escudo, de fondo color blanco reflejante, con símbolos, letras y filetes negros. Las Señales Informativas de Destino

serán tableros rectangulares con bordes redondeados, de fondo color verde patrón y las letras, números, flechas y filetes en color blanco, reflejante; las Señales Previas se ubicarán anticipadas a la intersección, a una distancia tal que permita a los conductores conocer los destinos y preparar las maniobras necesarias para tomar el elegido, esta distancia dependerá de la velocidad de operación, y de las características geométricas y topográficas de la vía, pero de ninguna manera deberá ser inferior a 125 m de la intersección; las Señales Decisivas se colocarán en el lugar donde el usuario pueda optar por la ruta que le convenga y la Señal Confirmativa se colocarán despejes de la intersección a una distancia tal que no exista el efecto de los movimientos direccionales, pero esta distancia no podrá ser inferior a 100 m.

Por último, las Señales de Kilometraje y de Información General se colocarán en tableros rectangulares cuyas dimensiones deben responder a las establecidas en las normas Nacionales y se ubicarán en el punto al que se refiera la información; el fondo será blanco mate con letras, símbolos y filetes negros, a excepción de las que indican la prestación de un servicio cuyo fondo es de color azul mate y los símbolos, letras, flechas y filetes en blanco reflejante.

3.1.5.2 Marcas viales.

Las marcas viales son las rayas y letras que se pintan en el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes a las vías, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito e indicar la presencia de obstáculos.

Las marcas viales tienen como función complementar las reglamentaciones o informaciones de otros dispositivos de tránsito, o transmitir mensajes sin distraer la atención del conductor. Cada marca en particular deberá usarse, únicamente para transmitir el respectivo mensaje.

Estas deben hacerse mediante el uso de pinturas. Sin embargo, puede utilizarse otro tipo de material, siempre y cuando cumpla con las especificaciones de color y visibilidad durante el tiempo que sea necesario. Pueden utilizarse unidades individuales que sobresalgan 2.5 cm de la superficie del pavimento, haciendo contacto entre sí formando líneas continuas o segmentadas.

Las marcas deben ser blancas o amarillas; el primero se empleará para indicar separación entre tránsito del mismo sentido, y el segundo para indicar separación entre tránsito de sentidos contrarios sobre una misma calzada. Las letras serán las del alfabeto y deberán cumplir con las especificaciones dadas por las normas vigentes (Ministerio de Transporte e Instituto Nacional de Vías). Las marcas viales se clasifican en:

- Marcas Longitudinales
- Líneas centrales.
- Líneas de canal.
- Líneas de borde de pavimento.
- Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido.
- Demarcación de bermas pavimentadas.
- Demarcación de canalización.
- Demarcación de transiciones en el ancho del pavimento.
- Demarcación de aproximación a obstáculos.
- Demarcación de aproximación a pasos a nivel.
- Demarcación de límites de estacionamiento.
- Demarcación de uso del canal.
- Marcas transversales
- Demarcación de PARE.

- Demarcaciones de pasos peatonales.
- Marcas de bordillos y sardineles.
- Marcas de objetos
- Dentro de la vía.
- Adyacentes a la vía.
- Marcas especiales
- Demarcadores de peligro.
- Delineadores.

Las características de todas las marcas que se utilizan deben cumplir con las especificaciones que se contemplan en el "MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL, DISPOSITIVOS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES, CARRETERAS Y CICLORUTAS" del Ministerio de Transporte y el Instituto nacional de Vías o en tal caso, por las normas vigentes de la nación. Teniendo en cuenta todos estos aspectos establecidos por la norma se utilizó la herramienta computarizada del ingeniero de la universidad del cauca EFRAIN DE JESUS SOLANO FAJARDO un software llamado "TOPO 3". Este software diseña señales preventivas de velocidad teniendo en cuenta parámetros ya estipulados en el diseño geométrico, entonces el procedimiento que se siguió es el siguiente:

1. Se dividió el tramo en diferentes sectores, para nuestro caso el sector uno se tomó desde el K0+000 hasta el K1+983.61 y el segundo sector se inició después de la línea férrea hasta el corregimiento de Guaimaral, se tuvo en cuenta también el tipo de carretera, la geometría.

- Identificación de los diferentes tipos de terreno.
- Sensibilización de las velocidades en condiciones del flujo libre para el vehículo.

- Ubicación de curvas restrictivas, es decir, son aquellas que por efecto de la combinación del radio de curvatura y la deflexión total se requiere disminuir la velocidad con el fin de evitar accidentes. Para esto se tiene en cuenta la siguiente tabla 21.

Tabla 21. Método para establecer límites de velocidad

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS
Vía multicarril	
Tipo A1	Velocidad de diseño de 100 a 120 km/h Radio mínimo 400 m Pendiente máxima 5 % Ancho de calzada 7.30 m Ancho de berma izquierda 1.00 m Ancho de berma derecha 2.50 m
Tipo B1	Velocidad de diseño de 80 a 100 km/h Radio mínimo 230 m Pendiente máxima 6 % Ancho de calzada 7.30 m Ancho de berma izquierda 0.50 m Ancho de berma derecha 1.80 m
Tipo C1	Velocidad de diseño de 60 a 80 km/h Radio mínimo 120 m Pendiente máxima 8 % Ancho de calzada 7.00 m Ancho de berma izquierda 0.50 m Ancho de berma derecha 1.50 m
Vía de dos carriles	
Tipo A2	Velocidad de diseño de 70 a 80 km/h Radio mínimo 170 m Pendiente máxima 6 % Ancho de calzada 7.30 m Ancho de bermas 1.80 m
Tipo B2	Velocidad de diseño de 60 a 70 km/h Radio mínimo 120 m Pendiente máxima 8 % Ancho de calzada 7.30 m Ancho de bermas 1.00 m
Tipo C2	Velocidad de diseño de 50 km/h Radio mínimo 70 m Pendiente máxima 9 % Ancho de calzada 7.00 m Ancho de bermas 0.50 m
Tipo D2	Velocidad de diseño de 40 km/h Radio mínimo inferior a 70 m Pendiente máxima superior al 9 % Ancho de calzada inferior a 7.00 m Ancho de bermas inferior a 0.50 m

Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús

Solano Fajardo, diciembre 2009.

Tabla 22. Velocidades en sitios especiales

IDENTIFICACIÓN DEL SITIO	VELOCIDAD (km/h)
Paso por zonas urbanas y semi-urbanas	50
Paso por zonas recreacionales: balnearios, restaurantes, estaderos, sitios de atracción turística	50
Puentes angostos y cuellos de botella	40
Paso por zonas escolares	30
Curvas restrictivas y otros	Ver Tabla 4
Túneles	Velocidad de diseño del túnel

Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús Solano Fajardo, diciembre 2009.

Tabla 23. Tabla Radio-Velocidad

RADIO (m)	VELOCIDAD (km/h)
$R \leq 40$	30
$40 < R \leq 70$	40
$70 < R \leq 110$	50
$110 < R \leq 160$	60

Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús Solano Fajardo, diciembre 2009.

2. Luego, se asignó las velocidades en sitios especiales que se determinaron en el trabajo de observación de campo quien nos arrojó este tipo de parámetros. Con la ayuda de la siguiente tabla se determinó las velocidades.

Para curvas restrictivas que es cuando se tienen radios muy pequeños o deflexiones muy grandes de determino la velocidad asi como lo muestra la tabla.

Figura 23. Ejemplo para inicio de utilización de software.

The screenshot shows a software window titled "TRAMOS" with the following fields and buttons:

- Código:** 2503
- Descripción:** MOJARRAS-POPAYAN
- PR Inicial:** 0+000
- PR Final:** 121+000
- Sentido Tráfico:** Dos Sentidos
- Incremento en Abscisado (m):** 100
- Distancias entre PR's** (button)
- Longitud Total (m):** 121,713.900
- Sectores** (button)
- Curvas Horizontales** (button)
- Sitios Especiales** (button)
- Curvas Verticales** (button)
- Velocidades** (button)
- Accidentalidad** (button)
- Punto Inicial**
 - Azmut Inicial (g,m,º):** 3,30,0
 - Coordenadas (m)**
 - N:** 2000
 - E:** 1000
 - Cota:** 621
- Calcular Coordenadas** (button)
- Aceptar** (button)

Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús Solano Fajardo, diciembre 2009.

3. Con estos parámetros se inició a la utilización del software

Figura 24. Cuadro de curvas horizontales

#	PR Inicial	PR Final	Delta (g,m,s)	Radio (m)	Peralte (%)
737	95+1017	96+012	20,52,0	83.445	4
738	96+034	96+061	-37,38,0	40.9241	8
739	96+236	96+276	28,8,0	80.5264	4
740	96+296	96+343	-62,54,0	42.9764	4
741	96+366	96+386	8,20,0	137.5099	6
742	96+488	96+534	-42,52,0	61.8313	8
743	96+534	96+574	-11,50,0	192.6107	6
744	96+574	96+607	-9,42,0	196.7549	4
745	96+676	96+760	62,14,0	77.7774	7
746	96+808	96+844	39,38,0	51.465	7
747	96+844	96+880	29,48,0	68.4473	7
748	96+905	96+958	58,16,0	51.7727	6
749	96+972	97+041	-44,28,0	56.1662	7
750	97+102	97+131	-23,4,0	72.8286	6
751	97+160	97+208	15,58,0	173.6098	2
752	97+226	97+259	36,8,0	52.0895	6
753	97+340	97+386	-11,50,0	223.2115	2
754	97+401	97+472	-32,56,0	123.6615	3
755	97+519	97+538	12,20,0	85.9437	6
756	97+575	97+607	-59,10,0	31.3658	4
757	97+800	97+820	4,36,0	249.1121	4

Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús Solano Fajardo, diciembre 2009.

4. Con la geometría del diseño se procedió a introducir datos como deflexión, abscisas, peraltes teniendo en cuenta que las curvas a la izquierda se colocaron negativas y con las curvas verticales se introducen son los PIV, PCV Y PTV como se muestra en la figura.

Figura 25. Cuadro de curvas verticales

#	PR Inicial	PR Final	Velocidad Genérica	Tipo de Terreno	Tipo de Sección Transversal	TPD
1	0+000	35+050	2. DOS CARRILES A2 70.0	1. PLANO	1. Una Calzada A	2950
2	35+050	40+050	4. DOS CARRILES C 50.0	3. MONTAÑOSO	2. Una Calzada B	4536
3	40+050	63+050	2. DOS CARRILES A2 70.0	2. ONDULADO	3. Una Calzada C	3507
4	63+050	98+050	4. DOS CARRILES C 50.0	3. MONTAÑOSO	4. Una Calzada D	3827
5	98+050	121+000	3. DOS CARRILES B 60.0	2. ONDULADO	5. Una Calzada E	5620
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús Solano Fajardo, diciembre 2009.

Figura 26. Asignación de velocidades.

PARAMETROS GENERALES	
SEÑALES DE VELOCIDAD	
Longitud de Confirmación (m) :	<input type="text" value="2000"/>
Distancia entre Señales de Transición (m) :	<input type="text" value="100"/>
Paso de Velocidad entre Señales de Transición (Km/h) :	<input type="text" value="10"/>
VELOCIDAD REPRESENTATIVA	
Percentil de Velocidad (%) :	<input type="text" value="85"/>
SEÑALES HORIZONTALES	
Distancias Mínimas de Visibilidad	
Abscisado para Chequeo (m) :	<input type="text" value="10"/>
Altura Ojos del Conductor (m) :	<input type="text" value="1.1"/>
Altura Objeto (m) :	<input type="text" value="1.35"/>
<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Salir"/>	

Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús Solano Fajardo, diciembre 2009.

5. Teniendo estos parámetros se asigna velocidad genérica abriendo la caja de dialogo desde datos/tramo/sectores e introducimos los datos como lo muestra la figura donde el TPD no es obligatorio.

Figura 27. Sitios especiales.

#	PR Inicial	PR Final	Cota PCV (m)	Cota PIV-E (m)	Cota PTV (m)
1	0+349	0+376	621.2	621	621
2	0+404	0+594	621	620.9	611.5
3	0+804	0+932	590.2	583.3	582.7
4	1+253	1+448	579.6	578.7	587.9
5	1+502	1+613	592.8	596.4	596.5
6	1+613	1+710	596.5	594.8	597
7	1+731	1+789	598	598.8	598
8	1+899	1+969	594.8	593.8	594.2
9	1+1099	1+1219	595.2	595.9	597.7
10	2+030	2+190	601	605.7	603.1
11	2+260	2+290	600.4	599.8	599.7
12	2+330	2+390	599.6	599.5	598.8
13	2+540	2+600	596	595.4	595.4
14	2+670	2+690	595.4	595.5	595.2
15	2+700	3+013	594.5	593.8	593.9
16	3+185	3+271	594.2	594.3	590
17	3+349	3+499	584	577.5	582.7
18	3+539	3+699	585.4	590.6	586.5
19	3+739	3+819	584.6	582.9	583.7
20	4+057	4+097	587.6	587.8	588.8
21	4+227	4+347	595	598.1	594.9

Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús Solano Fajardo, diciembre 2009.

6. Ubicación de velocidades en sitios especiales de la siguiente manera Datos/ sitios especiales. Teniendo bien claro en que abscisa están estos sitios.

Figura 28. Parámetros generales.

#	PR Inicial	PR Final	Tipo de Restricción	Velocidad de Paso (Km/h)
1	0+100	0+200	4. ZONA POBLADA	50
2	8+110	8+510	4. ZONA POBLADA	50
3	8+710	9+000	5. PUENTE ANGOSTO	40
4	14+400	15+120	4. ZONA POBLADA	50
5	14+100	15+100	1. ZONA ESCOLAR	30
6	22+100	22+200	1. ZONA ESCOLAR	30
7	25+600	25+700	1. ZONA ESCOLAR	30
8	28+600	29+400	4. ZONA POBLADA	50
9	30+600	30+700	4. ZONA POBLADA	50
10	33+900	34+000	1. ZONA ESCOLAR	30

Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús Solano Fajardo, diciembre 2009.

7. Por último se procesó la información, transición de velocidades y señales de confirmación, en la aplicación “SEÑALES” se definen los parámetros de control para el diseño, tales como longitud de confirmación, distancia entre señales, variación para velocidad de transición y el valor del percentil considerando como velocidad de operación del sector.

Diseño de señalización/ parámetros generales.

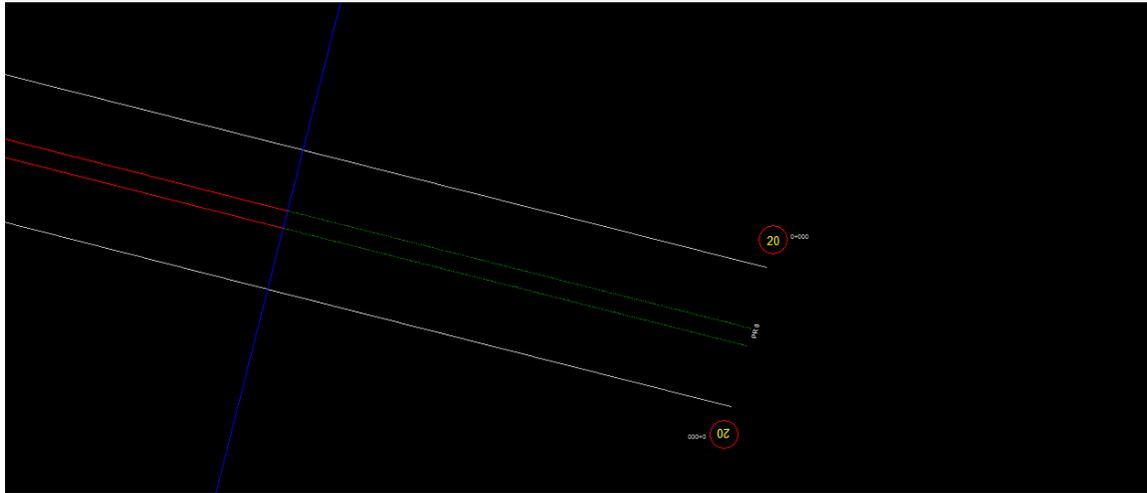
Figura 29. Calculo de señalización.



Fuente. Metodología de la señalización de velocidad en carreteras de Colombia, Efraín de Jesús Solano Fajardo, diciembre 2009

Una vez se han introducido todos los datos se ejecutan los cálculos mediante la opción diseño de señalización/ cálculo de señales verticales y demarcación.

Figura 30. Resultado del uso del software “SEÑALES”



Fuente. Pasante del proyecto

3.1.6 Estudios hidrologías e hidráulicos.

3.1.6.1 Diseño hidrológico. Estos estudios deben brindar información sobre el área de drenaje y caudal a evacuar por cada obra típica, sino que además debe proporcionar la ubicación exacta y el caudal para el periodo de retorno escogido de cada una de las corrientes más cercanas que pasan por el tramo de estudio. El caudal de diseño se calculó en función del tamaño de la cuenca aferente y de información disponible (Instituto Nacional de Vías, 2009 y el Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales, IDEAM).

3.1.6.1.2 Características morfométricas de la cuenca.

Estos parámetros morfométricos de la cuenca tienen una relación estrecha con el comportamiento de los caudales que transitan por ella. Algunos parámetros definidos por Vélez, et al. (2013).

1. Área de la cuenca: Corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio, se expresa en Km^2 .

2. Perímetro: se puede considerar como la línea formada por la divisoria de la cuenca de estudio se expresa en Km.

3. Pendiente media de la cuenca: es el índice que representa la pendiente media de la trayectoria que sigue el agua que escurre por las laderas hacia el río.

4. Longitud del cauce principal: corresponde a la distancia horizontal entre el punto más aguas abajo y el punto más aguas arriba del cauce principal.

5. Pendiente de la corriente principal: es el índice que representa el desarrollo del perfil del cauce principal, esta característica contribuye a definir la velocidad de la escorrentía superficial de la corriente de agua.

De acuerdo a nuestro tipo de cuenca se utilizó el método racional teniendo en cuenta que el área de drenaje máxima igual a $2.5 Km^2$. (Instituto Nacional de Vías, 2009). Este método relaciona la intensidad de la lluvia máxima con un coeficiente de escorrentía propia del tipo de suelo y el área de drenaje hasta el punto en el que se requirió determinar el caudal.

$$Q = 0.278 \times C \times i \times A \quad (2)$$

3.1.6.1.3 Coeficiente de escorrentía. Este coeficiente representa la fracción de agua del total de lluvia precipitada que realmente genera escorrentía superficial una vez se ha saturado el

suelo por completo (Ibáñez Asencio, et al, 2015), este factor depende de numerosos factores: tipo de precipitación, cantidad, distribución de tiempo, humedad de suelo, del tipo de terreno.

Tabla 24. Valores del coeficiente de escorrentía.

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 %.			

Fuente. Instituto Nacional de Vías, 2009.

En nuestro proyecto se tomó un coeficiente de escorrentía según la tabla anterior y los factores del ambiente donde se realizó el estudio, entonces $C = 0.60$.

3.1.6.1.4 Periodo de retorno. Según el INVIAS (2009), se deberán adoptar los siguientes periodos de retorno para el cálculo de caudales máximos instantáneos anuales en obras de drenaje vial:

Tabla 25. Periodos de retorno de diseño en obras de drenaje vial.

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS) ¹
Cunetas	5
Zanjas de Coronación ²	10
Estructuras de Calda ²	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
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50 m	100
Drenaje subsuperficial	2

Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2009.

3.1.6.1.5 Tiempo de concentración. Para la estimación del tiempo de concentración se pudo emplear diferentes expresiones que lo relacionan con otros parámetros propios de la cuenca y recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, considerando apropiado incluir varias estimaciones diferentes que correspondan con las características de la zona de estudio.

<p>Ecuación de Kirpich</p> $T_c = 0.06628 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$ <p>T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima (pendiente total) del cauce principal, en metros por metro (m/m).</p>	<p>Ecuación de V.T. Chow</p> $T_c = 0.273 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.64}$ <p>T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metro (m/m).</p>
<p>Ecuación de Témez</p> $T_c = 0.30 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$ <p>T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).</p>	<p>Ecuación de Johnstone y Cross</p> $T_c = 2.6 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.5}$ <p>T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en metros por kilómetro (m/km).</p>
<p>Ecuación de Ventura - Heras</p> $T_c = 0.30 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.75}$ <p>T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).</p>	<p>Ecuación del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos</p> $T_c = 0.28 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$ <p>T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metro (m/m).</p>
<p>Ecuación de Giandotti</p> $T_c = \frac{4 A^{0.5} + 1.50 L}{25.3 (L S)^{0.5}}$ <p>T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). A: Área de la cuenca, en kilómetros cuadrados (km²). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente del cauce principal, en metros por metro (m/m).</p>	<p>Ecuación de SCS – Ranser</p> $T_c = 0.947 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$ <p>T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m).</p>

Figura 31. Ecuaciones empíricas del Tiempo de Concentración.

Fuente. Instituto Nacional de Vías, 2009.

3.1.6.1.6 Intensidad. Según los datos que se consiguieron por medio del ideam tomando como referencia la estación Curumaní (25020250), estación Limnimétrica se encuentra localizadas en el municipio de Curumaní, con coordenadas Latitud 9.197N y longitud -73.541W ; la serie analizada corresponde a los años comprendidos entre 1950 – 1983 para una serie continua de 24 años.



Figura 32. Localización estación Curumaní

Fuente. Google earth 2017

La estación registra valores medios mensuales multianuales del orden de $0,39 \text{ m}^3/\text{s}$, evidenciándose un comportamiento bimodal, en donde se presenta una leve variación al comportamiento anual en el segundo semestre del año; en el primer semestre se registra un incremento progresivo de los caudales desde el mes de enero cuando se reportan caudales de $0,124 \text{ m}^3/\text{s}$ hasta el mes de julio, cuando se presentan los caudales medios más altos del orden de $0,858 \text{ m}^3/\text{s}$ en promedio. Posteriormente los caudales tienen un descenso hasta el mes de septiembre, donde los caudales medios son en promedio de $0,423 \text{ m}^3/\text{s}$, a continuación ocurre un incremento en los caudales, asociados a un aumento en las precipitaciones de esta misma forma, hasta caudales medios mensuales de $0,463 \text{ m}^3/\text{s}$, para posteriormente disminuir en el mes de diciembre a caudales de $0,626 \text{ m}^3/\text{s}$ en promedio.

Tabla 26. Valores máximo mensuales de precipitación en 24 horas Estación seleccionadas

Estación Curumaní		
Nº	AÑO	VR ANUAL MAX
1	1973	135
2	1974	107

3	1975	171
4	1976	85
5	1977	122
6	1978	96
7	1979	125
8	1980	108
9	1981	108
10	1982	90
11	1983	120
12	1984	120
13	1985	107.5
14	1986	90
15	1987	100
16	1988	120
17	1989	103.4
18	1990	138
19	1991	111
20	1992	96
21	1993	85
22	1994	122
23	1995	130
24	1996	140
25	1997	104.2
26	1998	100
27	1999	95.3
28	2000	90
29	2001	72

30	2002	135
31	2003	100
32	2004	105
33	2005	73
34	2006	91
35	2007	80.5
36	2008	104.2
37	2009	84.9
38	2010	64.5
39	2011	101.5
40	2012	74
41	2013	85.8
42	2014	97.5
43	2015	95.8

Fuente. IDEAM, 2017

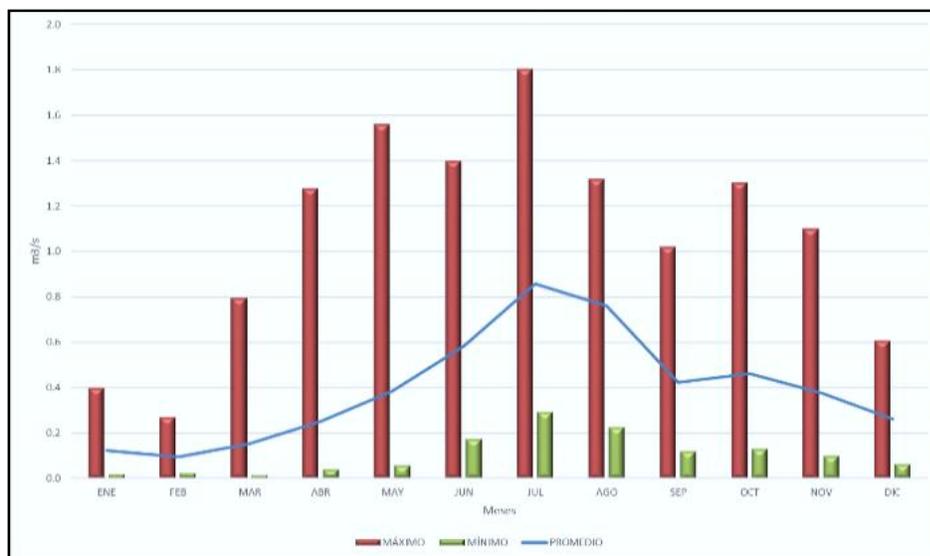


Figura 33. Caudales medios mensuales multianuales en la estación Curumaní
FUENTE. IDEAM, 2017

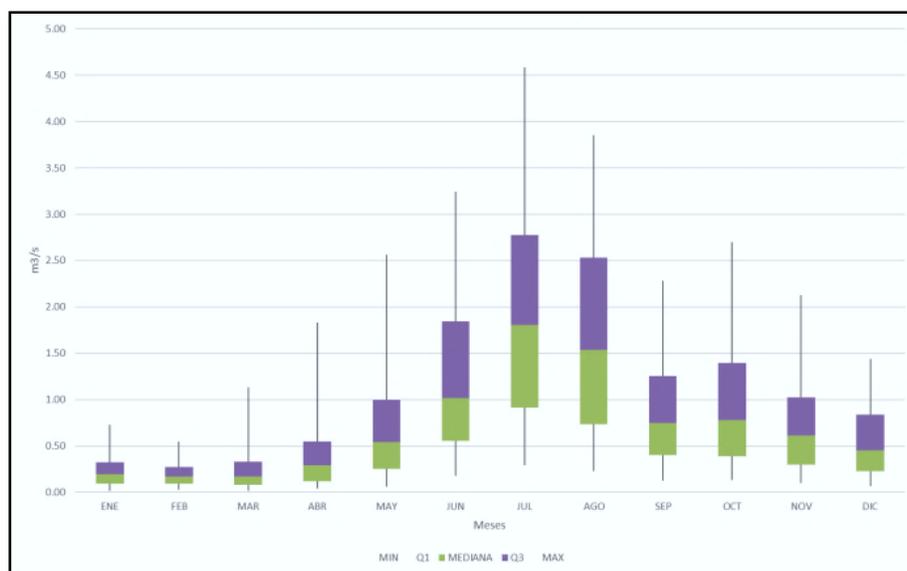


Figura 34. Diagrama de Caja y Bigotes para caudales medios mensuales multianuales en la estación Curumaní
Fuente. IDEAM, 2017

Tabla 27. Caudales medios mensuales en la estación Curumaní

CAUDAL (M3/S)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
MEDIO	0,124	0,094	0,154	0,251	0,384	0,582	0,858	0,760	0,423	0,463	0,377	0,262	4,73
MÁXIMO	0,401	0,272	0,798	1,280	1,563	1,400	1,806	1,321	1,024	1,304	1,103	0,609	9,11
MÍNIMO	0,018	0,026	0,016	0,042	0,060	0,176	0,293	0,226	0,122	0,133	0,100	0,066	2,67

Fuente. IDEAM, 2017

Los caudales máximos reportan un comportamiento con diferentes variaciones a lo largo del año hidrológico, en el mes de marzo se evidencia el primer incremento en los caudales máximos con un registro de 1,19 m³/s, posteriormente disminuye en el mes de abril a un caudal de 0,77 m³/s para incrementar progresivamente hasta el mes de julio, donde se evidencian los valores máximos de caudales a de hasta 4,91 m³/s, los caudales máximos inician su descenso hasta el mes de septiembre, donde se presentan caudales del orden de los 1,83 m³/s en promedio; en el mes de octubre se produce un incremento del caudal hasta los 2,33 m³/s para finalmente descender hasta diciembre a caudales máximos de 1,41 m³/s.

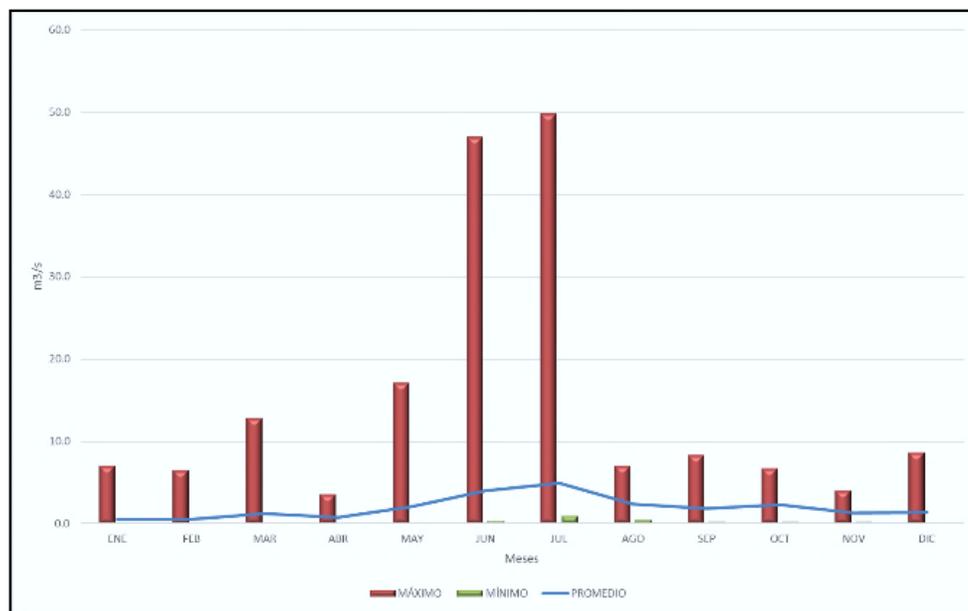


Figura 35. Caudales máximos mensuales multianuales estación Curumaní.
Fuente. IDEAM, 2017

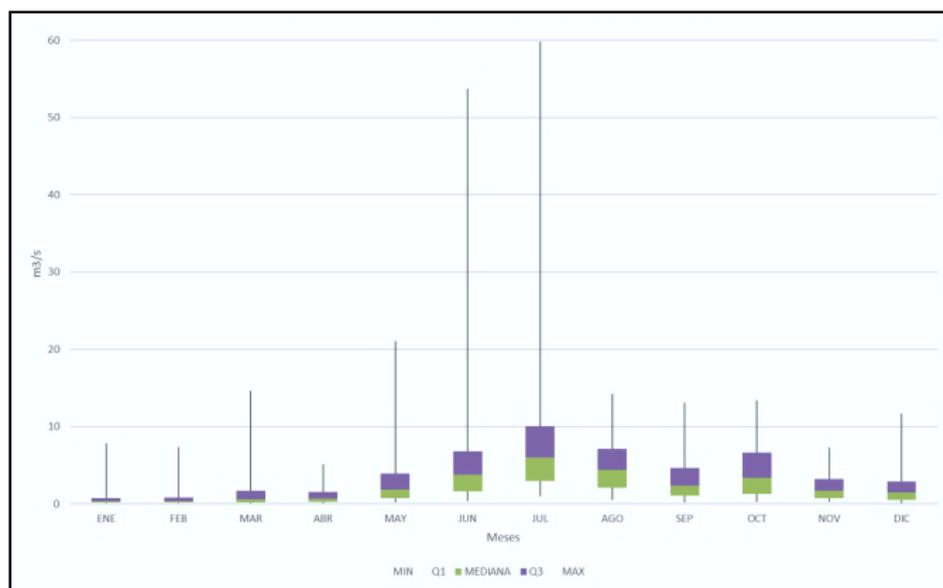


Figura 36. Diagrama de Caja y Bigotes para caudales máximos mensuales multianuales en la estación Curumaní.
Fuente. IDEAM, 2017

Tabla 28. Caudales máximos mensuales en la estación Curumaní

CAUDAL (m ³ /s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
MEDIO	0,545	0,507	1,199	0,775	2,095	4,006	4,961	2,381	1,838	2,335	1,321	1,418	23,38
MÁXIMO	7,135	6,558	12,885	3,620	17,191	47,001	49,827	7,092	8,400	6,822	4,127	8,719	127,42
MÍNIMO	0,038	0,046	0,027	0,078	0,174	0,366	0,977	0,528	0,228	0,269	0,239	0,120	11,83

Fuente. IDEAM, 2017

El comportamiento de los caudales mínimos presenta un régimen bimodal semejante a los caudales medios, el caudal mínimo más bajo se reporta en el mes de febrero con un caudal de 0,062 m³/s y un caudal mínimo más alto en el mes de julio de 0,305 m³/s.

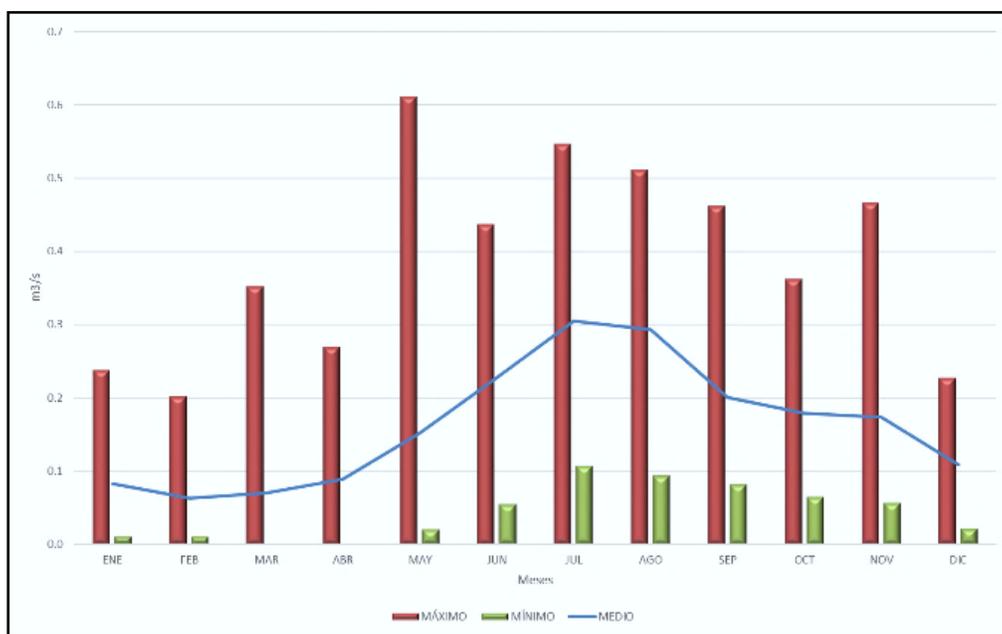


Figura 37. Caudales mínimos mensuales multianuales estación Curumaní.

Fuente. IDEAM, 2017

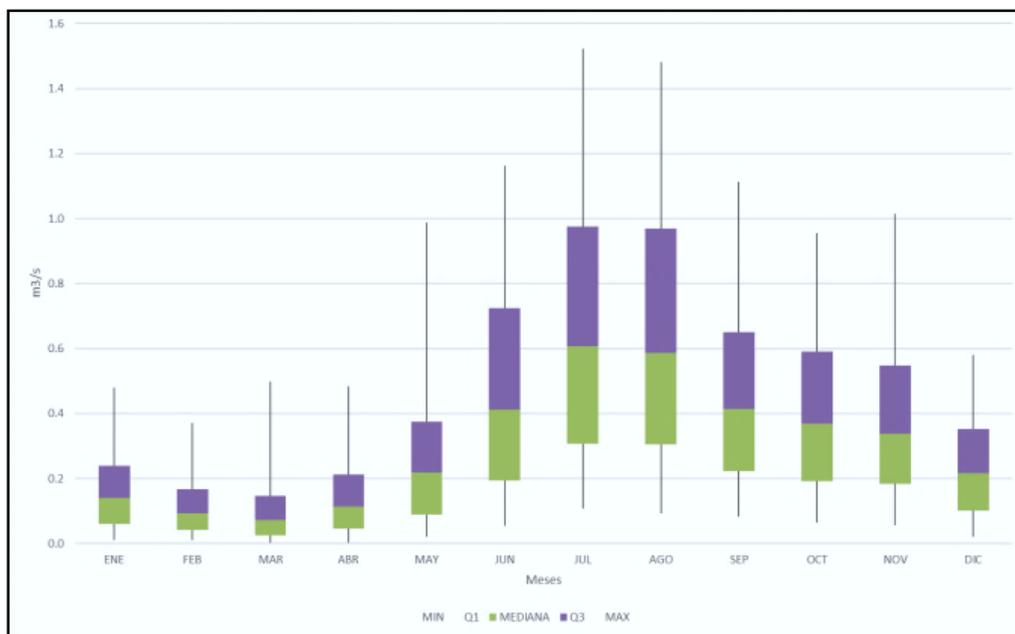


Figura 38. Diagrama de Caja y Bigotes para caudales mínimos mensuales multianuales en la estación Curumaní.

Fuente. IDEAM, 2017

Tabla 29. Caudales mínimos mensuales en la estación Curumaní

CAUDAL (m ³ /s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
MEDIO	0,083	0,062	0,070	0,089	0,152	0,228	0,305	0,293	0,201	0,179	0,174	0,109	0,162
MÁXIMO	0,239	0,203	0,353	0,270	0,612	0,438	0,547	0,512	0,463	0,363	0,467	0,228	0,391
MÍNIMO	0,011	0,011	0,000	0,000	0,021	0,055	0,107	0,094	0,082	0,065	0,057	0,022	0,044

Fuente. IDEAM, 2017

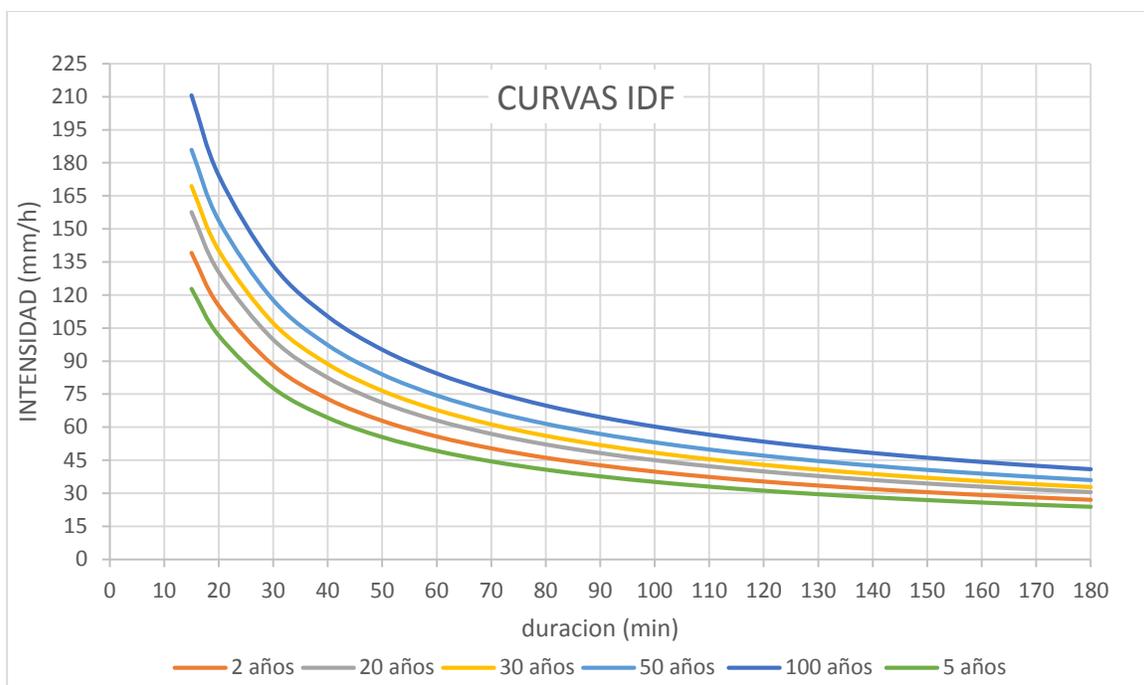


Figura 39. Curvas IDF de la estación Curumani.

Fuente. Pasante del proyecto.

3.1.6.1.7 Cálculo de caudales de aguas lluvias por método racional.

Tabla 30. Características de la microcuenca del río Cesar

Parámetros de Cálculo	
Área de Cuenca (Ha)	63.000
Factor de Forma Kf	0.045
Coefficiente Compacidad Kc	2.15
Índice Alargamiento Ia	4.79
Índice de Homogeneidad Ih	0.536

Fuente: Datos de Estudios, 2017.

El Método Racional es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño. Se utiliza normalmente en el diseño de obras de drenaje urbano y rural. Y tiene la ventaja de no requerir de datos hidrométricos para la Determinación de

Caudales Máximos. La expresión utilizada por el Método Racional es la que se encuentra en ésta tabla:

Tabla 31. Caudal de aguas lluvias por tiempo de retorno.

Determinación de Caudales Máximos Método Racional	
$Q = \frac{C * I * A}{360}$	
Q 20 años	6.975
Q 30 años	8.293
Q 50 años	12.742
Q 100 años	24.018

Fuente: Datos de Estudios, 2017.

3.1.6.1.8 Calculo de intensidad de aguas lluvias. A partir de los datos de máxima precipitación en 24 horas contemplando entre los años de 1973 hasta 2016 de las estaciones Curumaní y Barrancones, estaciones más próximas a la zona de estudio, una por cada lado de la franja, se establece la precipitación máxima promedio del área evaluada. La metodología empleada es la presentada en el manual de drenaje del Instituto Nacional de Vías “INVIAS”, la cual se basa en el método simplificado que en este caso resulta representativo para los requerimientos del diseño solicitado.

Se parte de la expresión general de intensidad de lluvia, la cual es función del periodo de diseño, de la precipitación máxima ya evaluada, el tiempo de duración de la lluvia y parámetros de ajuste para estas regresiones:

$$i = \frac{a * T^b * M^d}{t/60^c} \quad (3)$$

Dónde:

i = intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).

T = periodo de retorno, en años, valor establecido por el contratante.

M = precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual.

t = duración de la lluvia, en minutos (min).

a , b , c y d = parámetros de ajuste de las regresiones realizadas para cada una de las diferentes regiones del país. Estos parámetros son los establecidos para las diferentes regiones del país, en el manual de INVIAS, y halladas de los análisis de la información hidrológica disponible. Para éste caso los parámetros de ajuste tendrán un valor de 0,94, 0,18, 0,66, 0,83 respectivamente para a , b , c y d .

Tabla 32. Cálculo de Intensidad por Periodo de Retorno.

Calculo de Intensidad por periodo de Retorno				
$i = \frac{0.94 * T^{0.18} * M^{0.83}}{t/60^{0.66}}$				
	T20	T30	T50	T100
I	189.043	203.356	222.941	252.566
M	80	80	80	80
t	10.869	10.869	10.869	10.869

Fuente. Pasante del proyecto

3.1.6.1.9 Determinación de tiempo concentración. Para la obtención de la Intensidad de Diseño es necesario conocer la duración de la lluvia asociada. Para ello, el *Método Racional supone que la duración de la lluvia será igual al Tiempo de Concentración de la Cuenca en Estudio*, el cual es el tiempo que se tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más alejado de ella hasta el punto en consideración (punto de definición de la cuenca).

Para la determinación del Tiempo de Concentración existen diferentes expresiones, entre las que destacada la *Ecuación de Kirpich*.

Tabla 33. Cálculo de Tiempo de Concentración.

Cálculo de Tiempo de Concentración				
$T_c = 0.000323 * \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right) \quad (4)$				
Longitud		1767.31		
S		0.226 m/m		
Tc	0.181	hr	10.869	min

Fuente: Datos de Estudios, 2017.

3.1.6.1.10 Tipo de cuneta. Con la propuesta de Diseño Geométrico se busca una construcción en la sección transversal a lo largo del eje de la vía de modo que cumpla con las recomendaciones del manual de diseño geométrico (INV-2008), en el cual se especifica para carreteras de tercer orden, en terrenos planos: anchos de carril de 3.0m, ancho de calzada de 6.0 m, berma-cuneta a lo largo del corredor al predominar un tipo de terreno plano, y con las condiciones existentes de la zona, se ha dificultado el ajuste a los parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico 2008 del INVIAS, en cuanto a radios de curvatura mínimos,

pendientes mínimas, sin embargo se ha optado por seguir un diseño basado en las características de la vía existente aclarando los puntos o zonas críticas para cada sector. Además se determinó una longitud máxima de cuneta de 1530 m, este valor representa el espaciamiento máximo entre obras de drenaje, cabe destacar que se propuso un box culvert de 1*1 con una longitud de ocho metros debido a que en invierno con grandes precipitaciones inunda el sector de la carretera en el K1+550 y se hizo conveniente esta propuesta para un buen manejo de las aguas de escorrentía y agua lluvias.

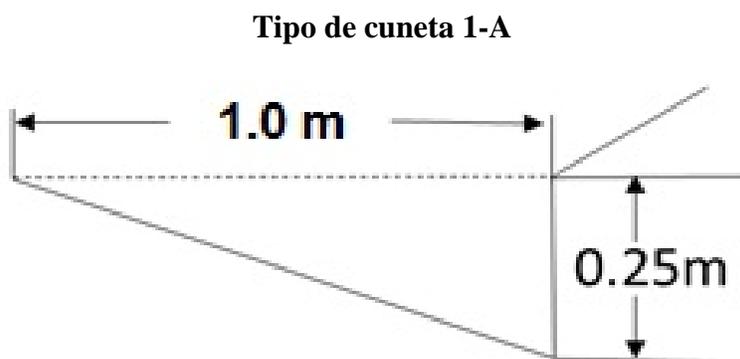


Figura 40. **Dimensión de Berma-Cuneta**
Fuente. Pasante del proyecto.

Capítulo 3: Diagnóstico final

Contar con un levantamiento topográfico confiable con buenos detalles, con información referente de la comunidad quien es la afectada, ha permitido un correcto enlace de datos logrando hacer el respectivo análisis del diseño geométrico y arrojando buenas propuestas como solución y garantizando a su vez la confiabilidad en los resultados finales.

Con la implementación del software del ingeniero colombiano John Jairo Agudelo Ospina DISEÑO COMPUTARIZADO DE CARRETERAS “SOFTWARE DE VIAS” y el software para establecer límites de velocidad en carretera “SEÑALES” del ingeniero colombiano EFRAIN DE JESUS SOLANO FAJARDO de la Universidad del Cauca, para el cálculo del diseño geométrico y diseño de señalización respectivamente, se ha logrado simplificar considerablemente el trabajo que normalmente tomaba semanas por lo que se hace más confiable y más eficaz la elaboración del proyecto.

En cuanto a las actividades desarrolladas en la empresa, se prestó apoyo técnico en la elaboración de propuestas, planos, formatos de aforos para un estudio de tránsito, seguimiento a procesos contractuales entre muchas otras actividades, que facilitó un buen avance de la realización de un proyecto de diseño de carretera.

Las visitas técnicas programadas para la supervisión de los mantenimientos rutinarios por parte de las cooperativas fueron realizadas en su totalidad.

Capítulo 4: Conclusiones

Una vez finalizado el proceso de pasantías dentro de la empresa GESTIPRO Ltda. se puede concluir que:

A lo largo del corredor vial al predominar un tipo de terreno plano, y con las condiciones existentes de la zona, se ha dificultado el ajuste a los parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico 2008 del INVIAS, en cuanto a radios de curvatura mínimos, pendientes mínimas, sin embargo se ha optado por seguir un diseño basado en las características de la vía existente aclarando los puntos o zonas críticas para cada tramo.

El factor económico es un aspecto determinante en el desarrollo de cualquier proyecto, y es por esto que deben analizarse cada uno de los componentes del mismo, para garantizar la elaboración de presupuestos de una obra con calidad, que contribuyan con la planificación de actividades y ayuden al crecimiento de la comunidad de los corregimientos de Sabanagrande y Guaimaral del municipio de Curumaní, César.

La realización del proyecto generara beneficios a la comunidad como por ejemplo; reducción de tiempos en comunicarse de un corregimiento a otro o al municipio de Curumaní, baja notable de enfermedades típicas en épocas lluviosas, mejoras en servicios básicos existentes y la posibilidad de acceder a nuevos servicios.

El pavimento a construir genera notable satisfacción a la comunidad, resulta de gran beneficio a los que podrán acceder a ella, además es necesario el desarrollo de las poblaciones agrícolas y pesqueras mediante la implementación de vías de calidad.

El desarrollo de actividades propias de la formulación de proyectos en conjunto con herramientas tecnológicas sin duda simplifica el trabajo y se convierten en una gran ayuda para los profesionales.

Recomendaciones

Según el laboratorista de suelos, concretos y asfaltos A.G.M se recomienda realizar los apique en tiempo de invierno debido a que el suelo presenta las mejores condiciones críticas para poder obtener un resultado más seguro.

En cuanto a la utilización de software referentes a diseño geométrico de vías se debe tener en cuenta aplicaciones netamente colombianas ya que son basadas en el manual del INVIAS con sus respectivas actualizaciones además las velocidades requeridas para nuestro país, cabe decir que los otros no sean eficientes la diferencia son las normas puesto que son diferentes países.

En general, al ser un tramo en terreno plano, las condiciones existentes no permiten que el diseño se ajuste a los parámetros establecidos de acuerdo el Manual de Diseño Geométrico 2008 del INVIAS en cuanto a pendientes, para definir una geometría del diseño similar al trazado original se buscó mejorar el diseño pero ajustándose a las condiciones iniciales para generar la menor cantidad posible de cortes y terraplenes de gran tamaño lo que se hizo necesario ajustarse a las condiciones actuales del terreno.

Un acompañamiento cada vez más constante a los estudiantes por parte de la facultad de ingenierías y en especial del plan de estudios de ingeniería civil, para la realización de sus trabajos de investigación, laboratorios de suelos, mayor implementación de herramientas tecnológicas y asesorías con lo cual se logren trabajos de calidad.

Referencias

- Cardenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geometrico de Carretera*. Bogota: EcuEdiciones.
- Construmatica. (2008). *Obras Civiles*. Obtenido de <http://www.costumatica.com/construpedia/encargado-de-obra-civil-mediciones-aspectos-generales-sobre-las-mediciones>.
- Construmatica. (Mediciones aspectos generales sobre la medicion). *Obras civiles* .
- cuidoelagua.org*. (2009). Recuperado el 13 de 11 de 2016, de <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/aguasresiduales.html>
- INVIAS. (2008). *Manual de Diseño Geometrico de Carreteras* . Obtenido de www.invias.gov.co/index.php/servico-al-ciudadano/glosario/130-glorsario-maual-diseño-geometrico-
- Tecnico, S. d. (s.f.). *Requerimientos tecnicos mejoramiento de carreteras*.
- Ubillos, S. (2016). *Componentes viales*. Obtenido de Constructora/bc/revista-conductas/articulos/componentes-de-las-vias.asp
- UFPSO. (2016). *Repositorio*. Obtenido de UFPSO.edu.co/8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/817/1/27739.pdf

Apéndice A. Conteo para el estudio de tránsito

Apéndice B. Diseño geométrico Tramo Dos

Apéndice C. Diseño Geométrico Tramo Uno

Apéndice D. Estudio de Suelos

Apéndice E. Estudio Hidrológico e Hidráulico

Apéndice F. Levantamiento Topográfico

Apéndice G. Registro Fotográfico

Apéndice H. Señalización