SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y HÁBITAT GOBERNACIÓN DEL TOLIMA

CONTRATO DE CONSULTORÍA N° 0001 DEL 17 DE ENERO DE 2024

"CONTRATAR LA CONSULTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA PURACÉ - COYAIMA - CASTILLA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA"

INFORME DISEÑO GEOMÉTRICO

IBAGUÉ, TOLIMA

2024

Versión 0

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN **4**

1. OBJETIVOS **5**

1.1 OBJETIVO GENERAL 5

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5

2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA **6**

3. CRITERIOS DE DISEÑO **7**

3.1 Velocidad de diseño 7

3.1.1 Calcificación de la carretera según el tipo de terreno 7

3.1.2 Clasificación de la carretera según sus características 8

3.1.3 Selección de la velocidad de diseño 8

3.2 Vehículo de diseño 10

3.3 Peralte máximo en las curvas 11

3.4 Radio mínimo de diseño 11

3.5 Pendiente máxima de la tangente vertical 12

3.6 Ancho de calzada 12

3.7 Bombeo de la calzada 12

3.8 Resumen de parámetros de diseño del proyecto 13

4. DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL **13**

4.1 Formulación de cálculo de curvas horizontales 13

5. DISEÑO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL **14**

5.1 Formulación de cálculo de curvas verticales 15

6. DISEÑO DE SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA **16**

6.1 Secciones utilizadas 16

6.2 Volúmenes de corte y relleno 18

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **19**

8. BIBLIOGRAFÍA **20**

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del proyecto.....6
Ilustración 2. Elementos de las curvas horizontales.....13
Ilustración 3. Elementos de curvas verticales 15
Ilustración 4. Sección típica de una sola calzada 16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de terreno según la pendiente 7
Tabla 2. Valores de la velocidad tramo homogéneo vs jerarquía de vía y tipo de terreno ...9
Tabla 3. Composición vehicular. 10
Tabla 3. Radios mínimos para peralte máximo e_{max}=6% y fricción máxima. 11
Tabla 5. Relación entre la pendiente máxima (%) y VTR 12
Tabla 6.Bombeo de la calzada 12
Tabla 7. Resumen de parámetros de diseño del proyecto. 13

INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto exponer los criterios que se utilizaron para el diseño geométrico de los 6 tramos y puntos críticos sobre la vía que comunican los municipios de Carmen de Apicalá con el municipio de melgar, como parte del contrato de "CONTRATAR LA CONSULTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA PURACÉ - COYAIMA - CASTILLA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA”. cabe resaltar que esta labor se realizó en conjunto con la información topográfica, el cual sirvió como base para el trazado inicial de las vías y el análisis de pendientes, factores claves para el buen funcionamiento y seguridad de las vías. Para este caso, se definieron cada una de las variables y metodologías de cálculo, de acuerdo con la normativa competente, tal como la adaptación el manual de diseño geométrico de carreteras del instituto nacional de vías.

El objetivo principal de este estudio fue el diseño geométrico, desarrollando temas específicos tales como el diseño en planta, perfil y sección transversal, cada uno con sus respectivas carteras de replanteo de eje para de esta manera suplir necesidades tales como: niveles de vía para evitar inundaciones, garantizar el acceso al predio y seguridad vial.

Este trabajo consta de diez capítulos los cuales tratan; objetivos capítulo 1, localización geográfica capítulo 2, la definición de los criterios de diseño capítulo 3, diseño del alineamiento horizontal capítulo 4, diseño de alineamiento vertical capítulo 5, el diseño de la sección transversal de la vía capítulo 6, intersecciones capítulo 7, resumen final de las vías capítulo 8, conclusiones y recomendaciones capítulo 9, bibliografía capítulo 10 y anexos capítulo 11.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar el diseño geométrico para el mejoramiento de la vía puracé - Coyaima - castilla en el departamento del Tolima.

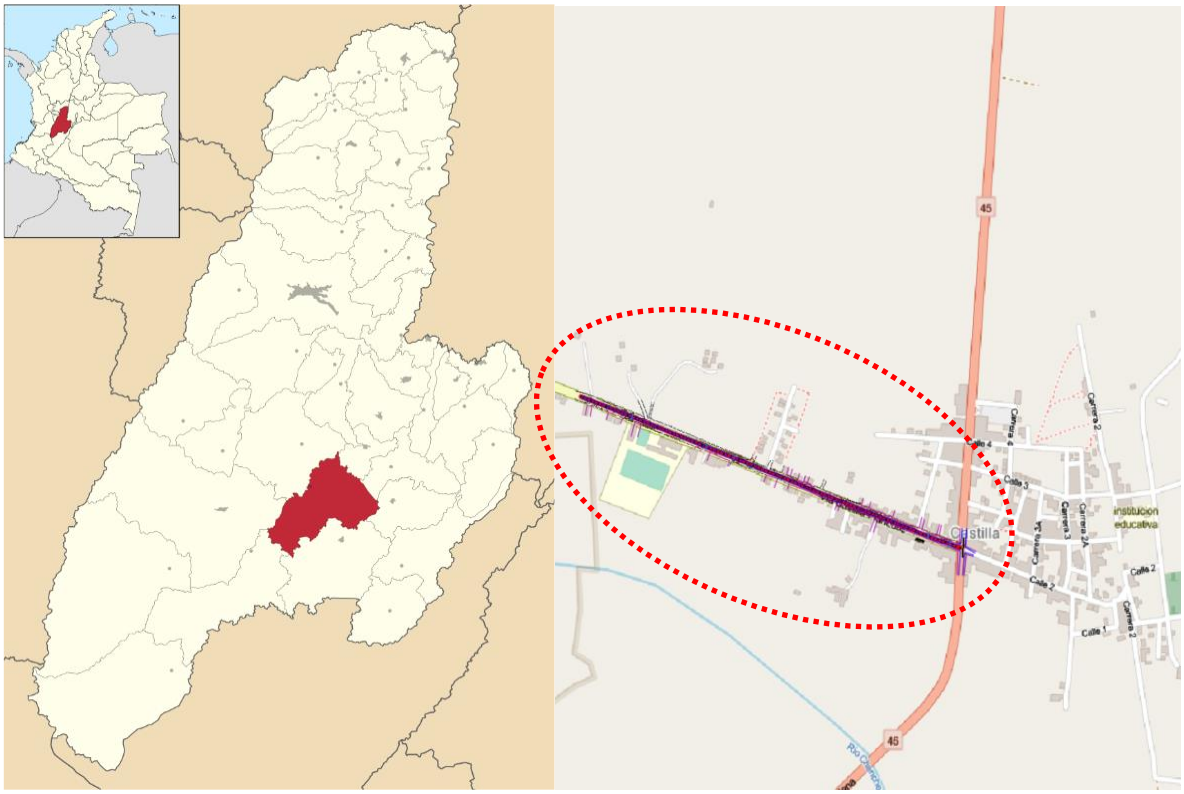
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el trazado preliminar sobre la vía existente.
- Realizar los diseños en planta, perfil y secciones transversal para las condiciones mínimas de las vías en estudio.
- Calcular los volúmenes de movimientos de tierra de tramo.
- Generar las carteras de localización.
- Elaborar los planos de planta perfil y secciones transversales.

2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El tramo se encuentra ubicado en el municipio de Coyaima sobre el cruce con la vía nacional tramo 4507.

Ilustración 1. Localización del proyecto



Fuente: Propia

3. CRITERIOS DE DISEÑO

3.1 Velocidad de diseño

Para la determinación de la velocidad en las vías del proyecto, se tomó como referencia las recomendaciones del manual de diseño geométrico de carreteras de INVÍAS. La metodología para determinar la velocidad de diseño está en función de la jerarquía de la vía y el tipo de terreno a continuación se desarrolla en detalle.

3.1.1 Calcificación de la carretera según el tipo de terreno

Antes de iniciar el proyecto se debe determinar o analizar los aspectos topográficos que influyen en la explanación como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, forma y frecuencia de los cauces de presentarse.

La topografía es un factor principal de la localización física de la vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y la sección transversal. Desde el punto de vista del terreno, el ministerio de transporte clasifica los terrenos en cuatro categorías:

a. Terreno Plano: Poseen pendientes transversales a la vía menores del 5% y las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3%.

b. Terreno Ondulado: Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 6% al 13% y pendientes longitudinales típicamente del 3% al 6%.

c. Terreno Montañoso: Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40% y pendientes longitudinales de las vías del 6% al 8% son comunes.

d. Terreno Escarpado: Pendientes transversales a la vía pasan con frecuencia del 40%, por tanto, abundan las pendientes longitudinales mayores del 8%.

Tabla 1. Tipo de terreno según la pendiente

TIPO	PENDIENTE	
	TRANSVERSAL	LONGITUDINAL
Plano	<5º	<3%
Ondulado	6º - 13º	3% - 6%
Montañoso	13º - 43º	6% - 8%
Escarpado	>40º	>8%

Fuente: Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico de carreteras. 2008

Según esta clasificación y de acuerdo con los valores de pendiente tanto como transversales y longitudinales encontrados en la topografía de zona, el proyecto

clasifica como un **TERRENO PLANO en los dos primeros tramos y es resto es TERRENO ONDULADO.**

3.1.2 Clasificación de la carretera según sus características

Se clasificación en tres grupos:

a. Autopistas: Son vías de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles y con control total de acceso.

b. Carreteras multicarriles: Son carreteras divididas o no, con dos o más carriles por sentido y con control parcial de accesos.

c. Carreteras de dos carriles: Constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y acceso directo desde sus márgenes.

De acuerdo con lo anterior, la vía del proyecto se clasifica como una **CARRETERA DE DOS CARRILES.**

La vía en estudio por conectar dos municipios, se clasifica como una vía **"SEGUNDARIA".**

3.1.3 Selección de la velocidad de diseño

La velocidad es la guía que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado en condiciones de comodidad y seguridad.

La velocidad de diseño está definida en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno.

La velocidad con la cual se opera un vehículo en una carretera depende primordialmente de la habilidad del conductor y de la clase y potencia del vehículo, pero además depende de otros factores, tales como:

- Las características físicas de la carretera
- Las condiciones ambientales y climáticas

- La presencia de otros vehículos
- Las limitaciones impuestas por la regulación de tránsito

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados a este tramo de vía le corresponde el siguiente valor de tramo homogéneo.

- **Velocidad del tramo homogéneo VTR: 50 km/h**
- ***La velocidad específica de los elementos geométricos será de 30 km/h, ya que este tramo se encuentra dentro del centro poblado de Castilla. En esta área, el flujo peatonal generado por la actividad comercial y residencial justifica la limitación de velocidad para garantizar la seguridad vial.***

Tabla 2. Valores de la velocidad tramo homogéneo vs jerarquía de vía y 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: Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico de carreteras. 2008
Diapositivas de clase de Diseño Geométrico Avanzado de vías

3.2 Vehículo de diseño

El objetivo del diseño geométrico de una carretera es crear un trazado que facilite el flujo de vehículos tanto en términos de dirección como de posición en la vía. El vehículo de diseño es aquel que representa a todos los vehículos que circularán por esa vía en particular.

La elección del vehículo de diseño debe basarse en el análisis del tráfico realizado en el estudio de ingeniería de tránsito para el proyecto. Esta elección tiene un impacto directo en las dimensiones de los carriles, la calzada, las aceras y los espacios adicionales en la sección transversal, así como en el radio mínimo de giro en las intersecciones y la altura libre bajo las estructuras (pasos elevados).

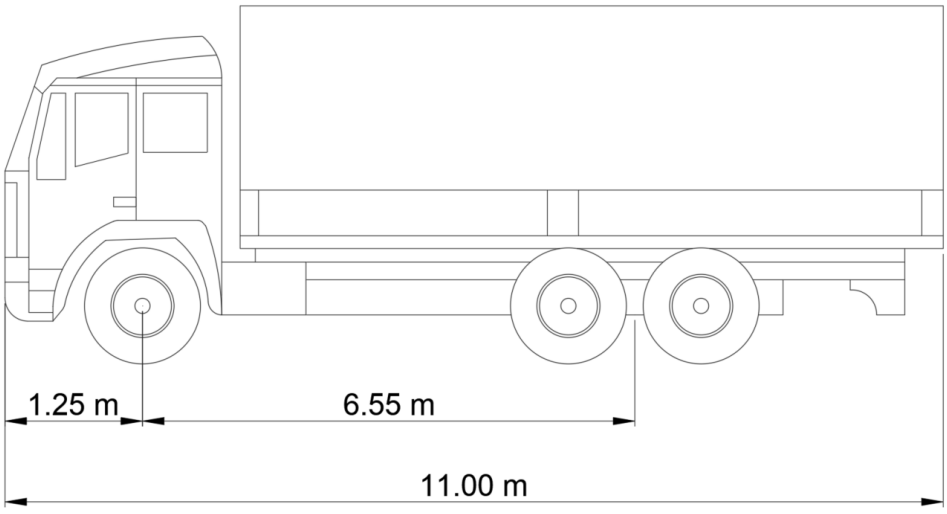
Tabla 3. Composición vehicular.

MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
19	19	0	6	4	0	0	0

Fuente: Volumen 1 estudio de tránsito.

Basándonos en el análisis del estudio de tránsito y considerando el contexto del corredor vial, se ha seleccionado el vehículo de carga C-3 como el vehículo de diseño. A continuación, se muestra una figura que presenta las dimensiones del vehículo de diseño.

Ilustración 3. Vehículo de diseño.



Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras

3.3 Peralte máximo en las curvas

En el capítulo tres del manual de carreteras de invias establece que para vías terciarias el valor del peralte es de el 6%, el cual se adopta para este proyecto.

3.4 Radio mínimo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del manual de INVÍAS, se explica que el radio mínimo, está en función de la velocidad especifica de la curva horizontal, peralte máximo y coeficiente de fricción transversal, en el capítulo 3, *diseño en planta del eje de la carretera*, se encuentra la tabla 3.4 (Ver tabla 2), donde se establecen valores de radio mínimo según la velocidad y de las variables anteriormente nombradas.

Para este caso le pertenece una velocidad 30 Km/h, (la cual se encuentra justificada más adelante), así mismo para este tipo de vías corresponde un radio mínimo de 22 metros.

Tabla 4. Radios mínimos para peralte máximo e_{max}=6% y fricción máxima.

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

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	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)

3.5 Pendiente máxima de la tangente vertical

La relación entre la pendiente máxima de una tangente vertical y la velocidad de los vehículos está directamente vinculada, siendo la velocidad afectada significativamente por el tipo de carretera que se está planificando, por lo cual se adopta los criterios del capítulo 4 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 5. Relación entre la pendiente máxima (%) y VTR

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5
Primaria de una calzada	-	-	-	-	7	7	6	6	5	-
Secundaria	-	-	7	7	7	7	6	-	-	-
Terciaria	7	7	7	-	-	-	-	-	-	

Fuente: manual de diseño geométrico de carreteras

3.6 Ancho de calzada

Para el proyecto se utilizaron secciones típicas de vía, de una sola calzada con andenes, con ancho variable que dependieron de las construcciones existente en campo,

3.7 Bombeo de la calzada

La pendiente de bombeo normal se elige de la tabla 5.3 del Manual de INVÍAS (Ver tabla 5) respecto al tipo de superficie de rodadura.

Tabla 6.Bombeo de la calzada

Tabla 5.3.
Bombeo de la calzada

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	BOMBEO (%)
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico	2
Tratamientos superficiales	2 – 3
Superficie de tierra o grava	2 – 4

Fuente: tabla 5.3 del Manual de INVÍAS.

3.8 Resumen de parámetros de diseño del proyecto

A continuación, en la Tabla 6, se presenta un resumen a tener en cuenta de los parámetros de diseño del proyecto.

Tabla 7. Resumen de parámetros de diseño del proyecto.

CRITERIOS DE DISEÑO	VALOR
Tipo de vía	SEGUNDARIA
Velocidad (VTR)	50 km/h
Ancho de calzada	7m
Ancho de carril	3.5 m
Radio mínimo de giro	79 m
Peralte medio máximo	6.0 %
Bombeo normal	2.0 %
Pendiente máxima	7%
Pendiente mínima	0.3%

Fuente: Propia.

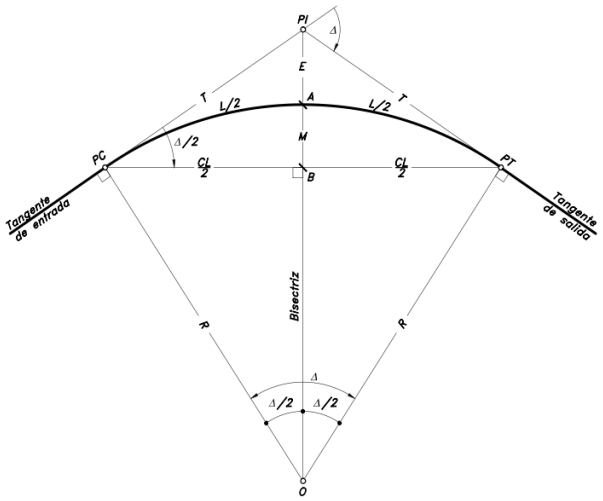
4. DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal se inició con el trazado preliminar de las vías, tomando como punto de partida las condiciones existentes, al cual se le implanto la topografía, creando así una sola base de datos para posteriormente diseñar el corredor con la mayor exactitud posible, teniendo como objetivo favorecer la funcionalidad técnica y estética de la vía.

4.1 Formulación de cálculo de curvas horizontales

Formulación utilizada para el cálculo de las curvas horizontales conforme al manual geométrico de Invías 2008 Capítulo 3 – Diseño en Planta del Eje de la carretera, numeral 3.1.1.1. Empalme circular simple.

Ilustración 2. Elementos de las curvas horizontales



Fuente: Manual de Invías.

PI: Punto de cruce de dos tangentes que forman el empalme.
PC: Punto de inicio del empalme.
PT: Punto final del empalme.
Δ: Ángulo de deflexión en el PI, en grados o radianes.
R: Radio del arco circular, en metros.
LC: Longitud del arco circular, en metros.
T: Tangente del empalme, en metros.
C: Cuerda unitaria.

$$T = R * Tan\frac{\Delta}{2} \qquad GC = 2arcsen\frac{c}{2R}$$

$$CL = 2R * Sen\frac{\Delta}{2} \qquad LC = 2arcsen\frac{c\Delta}{GC}$$

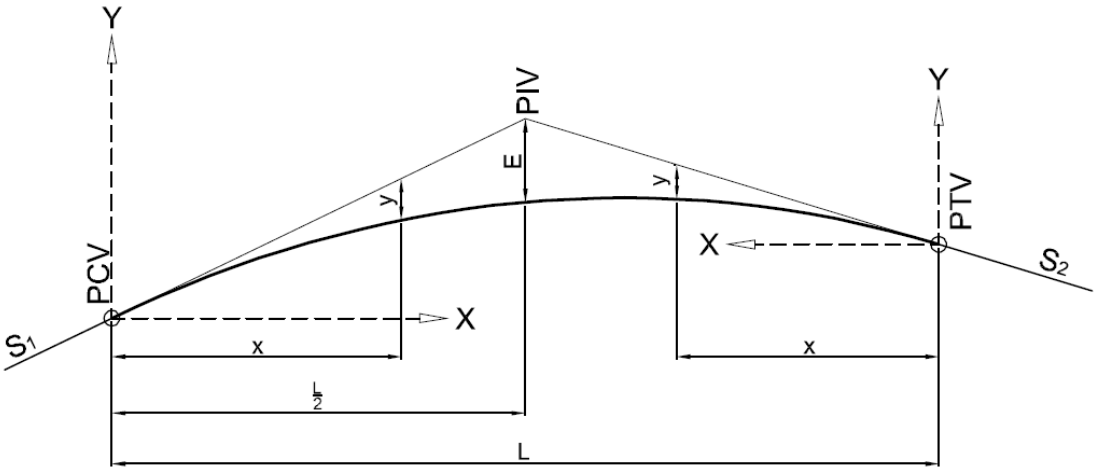
5. DISEÑO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

El diseño de alineamiento vertical comprende todo lo relacionado con el trazado de la rasante de diseño (pendientes, tangentes y curvas verticales) y el perfil del terreno natural, que a su vez está en función del diseño horizontal de la vía.

5.1 Formulación de cálculo de curvas verticales

Formulación utilizada para el cálculo de las curvas verticales conforme al manual geométrico de Invías 2008 Capítulo 4 – Diseño en Perfil del Eje de la carretera, 4.2.2.1. Elementos geométricos de la curva vertical simétrica.

Ilustración 3. Elementos de curvas verticales



Fuente: manual de invias.

Donde:

PCV: Principio de la curva vertical.
PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.
PTV: Terminación de la curva vertical.
L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros.
S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%).
S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%).
A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%), o sea
A: (S1 - S2)
E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, dada en metros, se determina así:

$$\mathbf{E}=\frac{A*L}{800}$$

x: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.
y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la expresión:

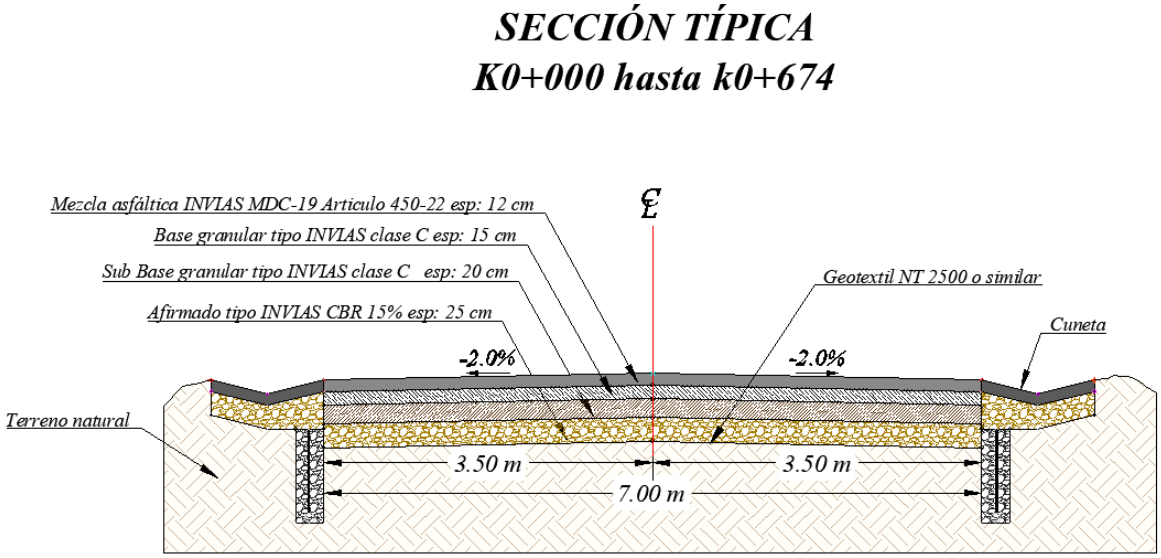
$$\boldsymbol{Y} = X^2 \left(\frac{A}{200 * L}\right)$$

6. DISEÑO DE SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA

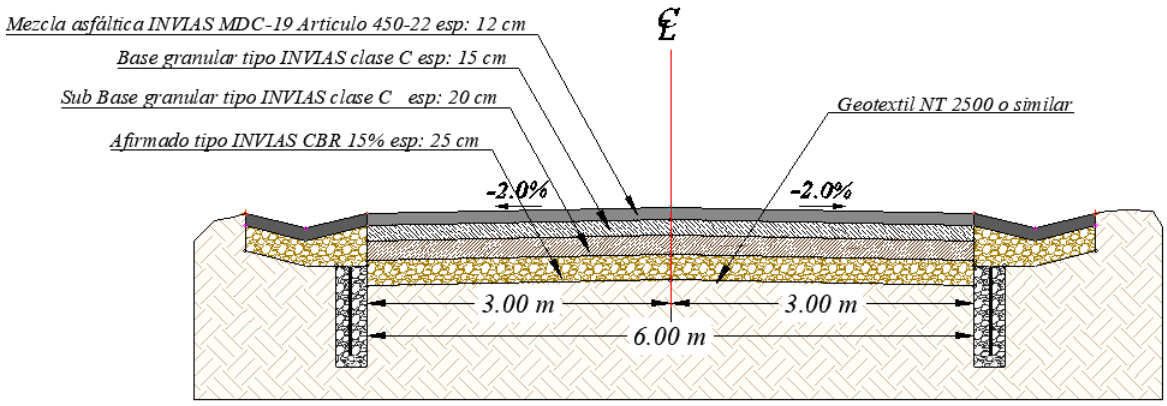
6.1 Secciones utilizadas

El diseño de sección trasversal de este proyecto se llevó a cabo en base del urbanismo existente y el diseño de pavimento,

Ilustración 4. Sección típica de una sola calzada



SECCIÓN TÍPICA
K0+674 hasta k1+011



Fuente: Propia.

6.2 Volúmenes de corte y relleno

Todos los cálculos de volúmenes se hicieron a partir del corredor tridimensional por un software CAD, la metodología radica en el cálculo del volumen existente entre la superficie del terreno natural y la superficie generada por la vía de diseño, todos los reportes se generaron en todas las vías con una frecuencia igual que las secciones, en todos los planos de secciones se encuentra una tabla de volúmenes de corte y de relleno que describe abscisa por abscisa cada corredor.

Para finalizar el diseño transversal se ajustó al máximo las condiciones de terreno natural y el urbanístico existente, con el fin de compensar los volúmenes de corte y relleno.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El diseño geométrico del tramo de vía se realizó sobre una topografía plana

- Este estudio geométrico se realizó en gran medida considerando las condiciones del trazado actual, con el objetivo de maximizar la eficiencia en términos de la influencia en estructuras preexistentes, como canales de riego y edificaciones, además de minimizar las intervenciones en propiedades en áreas densamente pobladas.

- Por las razones anteriormente explicadas sobre el trazado de la vía se definió un ancho de 7m

- La velocidad específica de los elementos geométricos será de 30 km/h, ya que este tramo se encuentra dentro del centro poblado de Castilla. En esta área, el flujo peatonal generado por la actividad comercial y residencial justifica la limitación de velocidad para garantizar la seguridad vial.

- El diseño geométrico entregado, tienen como norma guía lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de carreteras 2008 del INVÍAS, optimizando algunos de los parámetros para garantizar su aplicabilidad al proyecto.

- Los cálculos de volúmenes de corte, relleno y cotas de subrasante se hicieron a partir del diseño vertical y sección trasversal, teniendo en cuenta una estructura propuesta por el diseño de pavimento.

- Se proyectó un alineamiento vertical y transversal de los corredores, optimizando los valores de volúmenes de corte y relleno.

Ing. Michael Díaz Ricardo
Magister en infraestructura vial
Mat: 70202-332116 TLM

8. BIBLIOGRAFÍA

- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Ministerio de Transportes, Instituto Nacional de Vías. MANUAL GEOMÉTRICO DE CARRETERAS 2008

- CÁRDENAS G. James. *Diseño Geométrico de Carreteras*. Segunda Edición, Bogotá D.C.: Ecoe Ediciones, 2013

- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Ministerio de Transportes, Instituto Nacional de Vías. Normas de Ensayos para Materiales de Carreteras. Santafé de Bogotá. 2013.