



ALCALDIA MUNICIPAL DE PURIFICACION TOLIMA

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 349 DEL 29 DE OCTUBRE DE 2024

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS URBANAS EN
EL MUNICIPIO DE PURIFICACIÓN-TOLIMA”**

GHF INGENIERÍAS Y CONSTRUCCIONES S.A.S

INFORME DE DISEÑO GEOMÉTRICO

**IBAGUÉ, TOLIMA
2024**



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVOS	4
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	5
4	CRITERIOS DE DISEÑO	6
4.1	Velocidad De Diseño	6
4.2	Peralte máximo en las curvas	7
4.3	Radio mínimo de diseño	7
4.4	Pendiente máxima de la tangente vertical	9
4.5	Ancho de calzada	10
4.6	Bombeo de la calzada	10
4.7	Resumen de parámetros de diseño del proyecto	11
5	DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL	12
5.1	Formulación de cálculo de curvas horizontales	13
6	DISEÑO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL	14
6.1	Formulación de cálculo de curvas verticales	14
7	DISEÑO DE SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA	16
7.1	Secciones utilizadas	16
7.2	Volúmenes de corte y relleno	16
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	17
9	BIBLIOGRAFÍA	18



1 INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto exponer los criterios del diseño geométrico de una vía urbana que, junto a otros estudios, hacen parte del proyecto denominado “ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS URBANAS EN EL MUNICIPIO DE PURIFICACIÓN-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 de la guía de diseño de vías urbanas de Bogotá y el manual de diseño geométrico de carreteras del instituto nacional de vías, es pertinente mencionar la inexistencia de una normativa nacional específica para el caso de los corredores urbanos.

El objetivo principal de este estudio fue el diseño geométrico de cada una de las vías que conforman el proyecto, 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.



2 OBJETIVOS

- Realizar el Diseño Geométrico de la CARRERA 4ª y CARRERA 5 en el Municipio de purificación – Tolima

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el trazado preliminar sobre el urbanismo 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 por cada vía.
- Generar las carteras de localización
- Elaborar los planos de planta perfil y secciones transversales.



3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Se encuentra dentro del casco urbano del municipio de Purificación en la CARRERA 4ª y CARRERA 5.

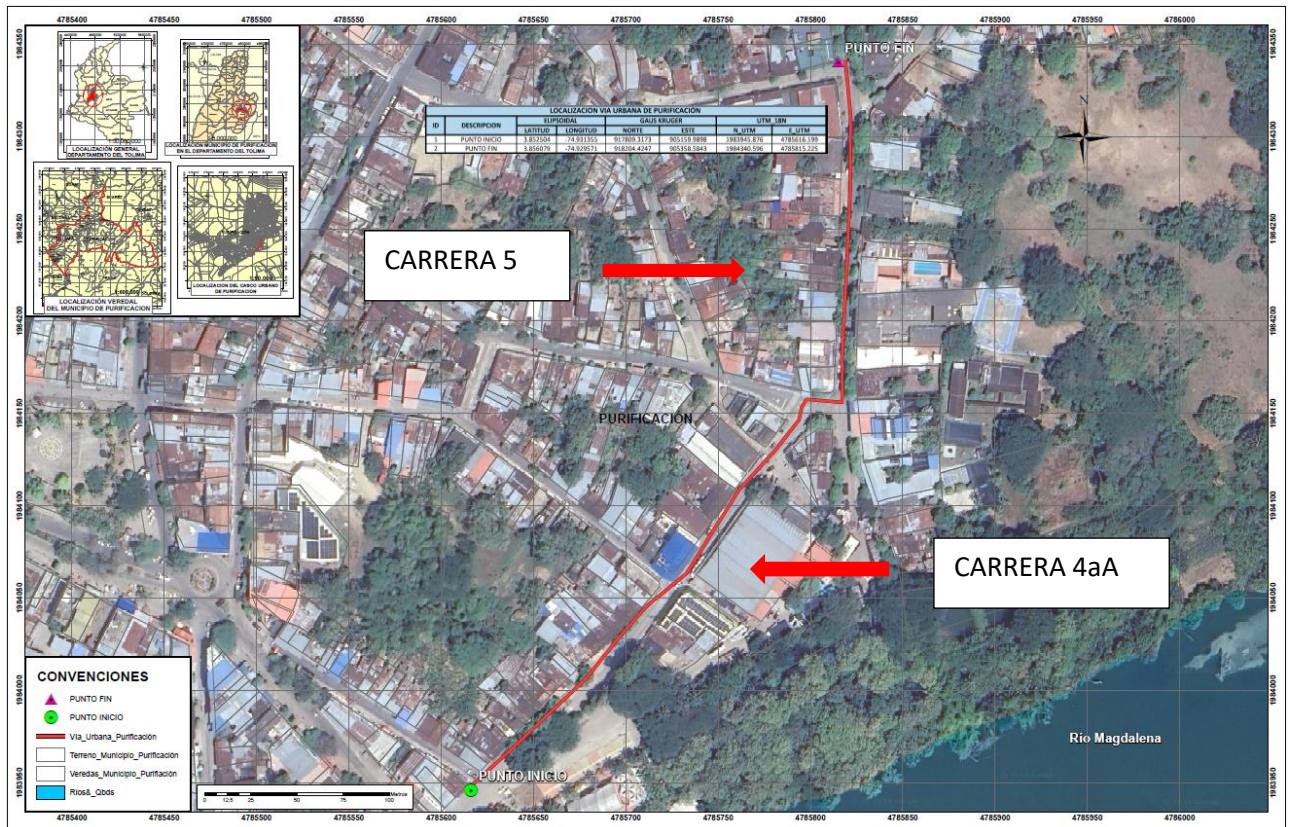


Ilustración 1. Localización geográfica del proyecto

Fuente Propia



4 CRITERIOS DE DISEÑO

4.1 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 y la guía de diseño de vías urbanas de Bogotá.

La metodología para determinar la velocidad de diseño, está en función de la jerarquía de la vía y el tipo de terreno, para las características de este proyecto predominan dos tipos de vías, una de categoría de vía intermedia que corresponde a los tramos de doble calzada y la otra vía local la cual corresponde a todos aquellos tramos de una sola calzada, por otra parte la clasificación del terreno que se encontró, que en su gran mayoría es de tipo ondulado y plano, cabe resaltar que si existen áreas planas, estas son utilizadas para lotes o zonas de cesión, por lo tanto las vías en su gran mayoría están proyectadas sobre las áreas aduladas.

Tabla 1. Valores de la velocidad de diseño vs jerarquía de vía y tipo de terreno

Tabla 9. Velocidad de diseño de referencia Vs Jerarquía de la vía y tipo de terreno

JERARQUÍA DE LA VÍA	TIPO DE TERRENO		
	Plano	Ondulado	Montañoso
Arterial Principal	100-120*	80-100*	60-80
Arterial Complementaria	80-100*	60-80	40-60
Vías Intermedia	40-60	30-40	20-30
Vías Locales	30-40	20-30	10-20

Fuente: Tabla 9, tomada de la guía de diseño geométrico de vías urbanas de Bogotá dc. capítulo 2.

Con las características de tipo de vía y de terreno ya definidas del proyecto, se utilizó la tabla 9 de la guía de diseño de vías urbanas de Bogotá, ya que esta se acomoda mejor a la naturaleza de este trabajo que es urbano y no el manual de Invías que está más hecho para vías de tipo rural, la guía nos recomienda que para un tipo de terreno ondulado y categoría de vía intermedia y local tendrá un valor de velocidad entre 20 y 40 km/h.

Por otra parte, a lo que se refiere a la máxima velocidad permitida para la circulación vehicular según la normatividad vigente, se encuentra que:

“De acuerdo con la ley 1239 de 2008, mediante la cual se modifican los artículos 106 y 107 e la Ley 769 del 2 de agosto de 2002 y se dictan otras disposiciones, en las vías urbanas las velocidades máximas y mínimas para vehículos de servicio público o particular será determinada y debidamente señalizada por la autoridad de Tránsito competente en el distrito o municipio respectivo. En ningún caso podrá



sobrepasar los 80 kilómetros por hora. El límite de velocidad para los vehículos de servicio público, de carga y de transporte escolar, será de sesenta (60) kilómetros por hora. La velocidad en zonas escolares y en zonas residenciales será hasta de treinta (30) kilómetros por hora” 1.

Por lo anterior, esta normativa corresponde al proyecto de consultoría, ya que este es un proyecto que se desarrolla en zonas residenciales. En conclusión, la vía de doble calzada o intermedia se trabajará con una velocidad de 30 km/h y las vías de una calzada o locales con una velocidad de 20 km/h.

4.2 Peralte máximo en las curvas

Para el diseño de peralte, la guía de diseño de vías urbanas, recomienda en el capítulo 3, diseño de corredores viales en el numeral 2.1.1, en vías arteriales con velocidades de diseño mayores o iguales a 30 km/h, el peralte máximo debe ser 4% cuando el control de accesos es limitado o nulo y no existen separadores que delimiten las calzadas vehiculares, también en vías con velocidades inferiores a 30 km/h todo el peralte se maneja con bombeo normal (-2%), lo que quiere decir que todas las vías locales se diseñaran con peralte igual a bombeo normal.

4.3 Radio mínimo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del manual de INVÍAS y la guía de diseño de vía urbanas, se explica que el radio mínimo, está en función de la velocidad específica 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), de la guía de diseño de vías urbanas de Bogotá, donde se establecen valores de radio mínimo según la velocidad y de las variables anteriormente nombradas.

Para el caso de las vías de doble calzada pertenecen 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 2. Radios mínimos para peralte máximo $e_{max}=4\%$ y fricción máxima

Tabla 4. Radios mínimos para diferentes velocidades de diseño y peraltes máximos

Velocidad de Diseño Km/h	f_{max}	Radio Mínimo Redondeado		
		$e_{max} = 4\%$	$e_{max} = 6\%$	$e_{max} = 8\%$
30	0.28	22	21	20
40	0.23	47	43	41
50	0.19	86	79	73
60	0.17	135	123	113
70	0.15	203	184	168
80	0.14	280	252	229
90	0.13	375	336	304
100	0.12	492	437	394
110	0.11	NA	560	501
120	0.09	NA	756	667

Fuente: Tabla 4, tomada de la guía de diseño geométrico de vías urbanas de Bogotá dc. capítulo 3.

El radio mínimo de las vías intermedias de una sola calzada que transcurren por terreno montañoso, con velocidad de 20 Km/h y un peralte máximo igual al bombeo normal (-2%), no se encuentra en la tabla por lo cual se calcula por medio de la ecuación de equilibrio:

$$R_{Cmin} = \frac{(V_{CH})^2}{127 \times (e_{máx} + f_{Tmáx})} \text{ Donde:}$$

R_c = Radio mínimo

V_{CH} = velocidad de diseño e_{max} = peralte máximo

f_{Tmax} = fricción transversal máxima.

Tabla 3. Coeficiente de fricción transversal máxima manual de INVÍAS.

Tabla 3.1.
Coeficiente de fricción transversal máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA $f_{Tmáx}$	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: Tabla 3.1, tomada del manual de diseño geométrico de carreteras 2008. capítulo 3.



VCH = 20km/h

emax = -2%

FT max = 0.35

$$R_{\min} = \frac{(20\text{km/h})^2}{127 * (-0.02 + .35)}$$

$$R_{\min} = \frac{400}{41.91} = 9.54 \text{ m}$$

El radio mínimo que se utilizara para las vías intermedias es de 9.6 metros.

4.4 Pendiente máxima de la tangente vertical

Para la pendiente máxima de la tangente vertical, la guía de diseño de vías urbanas en el capítulo 3, expone que el diseño vertical debe acomodarse a la topografía existente, debido a condiciones urbanas que exigen que así sea, por otra parte, la guía también sugiere que, para proyectos nuevos en vías locales, la pendiente máxima sea del 18%, con tránsito de vehículos livianos, exclusivamente, y con velocidades de diseño de 20 km/h, según las variables mencionadas.

La tabla 4 ubica la relación entre la pendiente máxima (%), la Velocidad Específica de la tangente vertical y la categoría de la vía, para el caso del proyecto corresponde a una categoría intermedia y local, con una velocidad específica de 30 km/h. y 20 km/h, además se tiene que para las vías intermedias las pendientes máximas son del 12 % y para las locales una máxima del 18 %.

Tabla 4. Relación entre la pendiente máxima (%) y la Velocidad Específica de la tangente vertical.



CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	JERARQUÍA	SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	CONDICIÓN DE COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h) - APLICA PARA PROYECTOS NUEVOS											
				20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Malla vial Arterial Complementaria	V2	40	Vehículos pesados o Transporte Público o Masivo $\geq 5\%$	---	---	7%	7%	7%	7%	6%	6%	5%	5%	---	
			Vehículos pesados o Transporte Público o Masivo $< 5\%$	---	---	10%	9%	8%	7%	7%	6%	6%	6%	---	
	V3	25-30	Transporte Público $\geq 5\%$	---	---	7%	7%	7%	7%	6%	6%	5%	5%	---	
			Transporte Público $< 5\%$	---	---	10%	9%	7%	7%	7%	6%	6%	6%	---	
Malla vial Arterial Intermedia	V4	22	Transporte Público $> 5\%$	12%	10%	9%	8%	8%	---	---	---	---	---	---	
			Transporte Público $< 5\%$	15%	12%	10%	9%	8%	---	---	---	---	---	---	
	V5	18	Transporte Público $> 5\%$	12%	11%	10%	9%	8%	---	---	---	---	---	---	
			Transporte Público $< 5\%$	15%	12%	10%	9%	8%	---	---	---	---	---	---	
	V6	16	Transporte Público $> 5\%$	15%	12%	10%	11%	9%	---	---	---	---	---	---	
			Transporte Público $< 5\%$	15%	12%	11%	10%	9%	---	---	---	---	---	---	
Malla vial Local	V7	13	Cualquiera	18%	15%	12%	---	---	---	---	---	---	---	---	
	V8	10	Cualquiera	18%	15%	12%	---	---	---	---	---	---	---	---	

Fuente: Tabla 6, tomada de la guía de diseño geométrico de vías urbanas de Bogotá dc. capítulo 3.

4.5 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,

4.6 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 5. 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.

4.7 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 1 parámetros de diseño

CRITERIOS DE DISEÑO	VALOR
Tipo de vía	Local
Velocidad de diseño (VTR)	20-30 Km/h
Ancho de calzada	6.0-14.0 m
Ancho de carril	2.50 m
Radio mínimo de giro	22 m
Peralte medio máximo	4.0 %
Bombeo normal	2.0 %
Pendiente máxima	18%
Pendiente mínima	0.3%



5 DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

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

Al momento de diseñar las vías del proyecto, se encontró que muchos radios de giros y visibilidad de algunos cruces no están conforme a la guía de diseño de vías urbanas de Bogotá y el manual de diseño geométrico de carreteras de Invías, a pesar de estas inconsistencias el diseño geométrico horizontal no se puede arreglar ya que modificaría el diseño urbanístico existente que debe ser respetado.

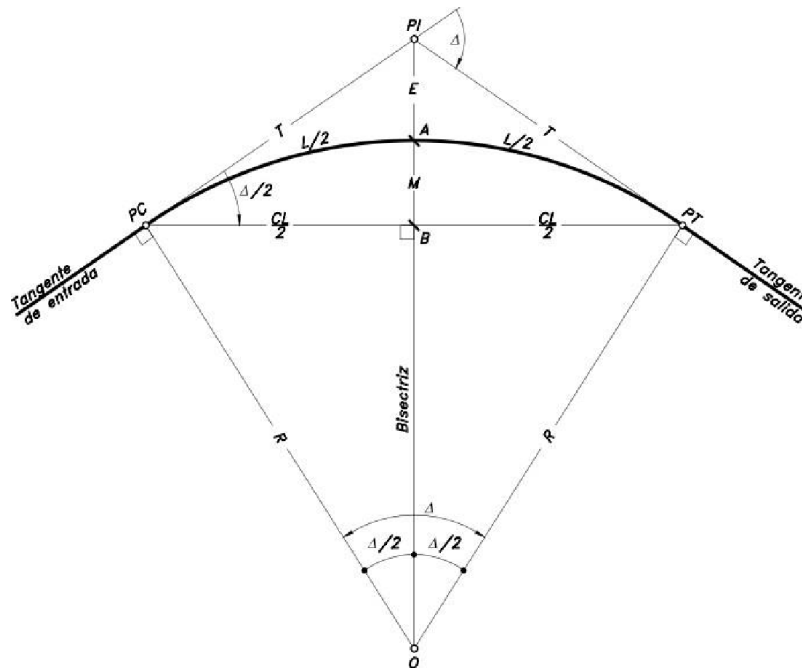
Para resumir, el diseño geométrico horizontal se ajustó estrictamente al urbanismo existente, respetando radios de giro, anchos de vía y andenes con el objetivo de evitar intervenciones prediales.



5.1 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.

$$T = R * \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$GC = 2 \arcsen \frac{c}{2R}$$

$$CL = 2R * \sen \frac{\Delta}{2}$$

$$LC = 2 \arcsen \frac{c\Delta}{GC}$$



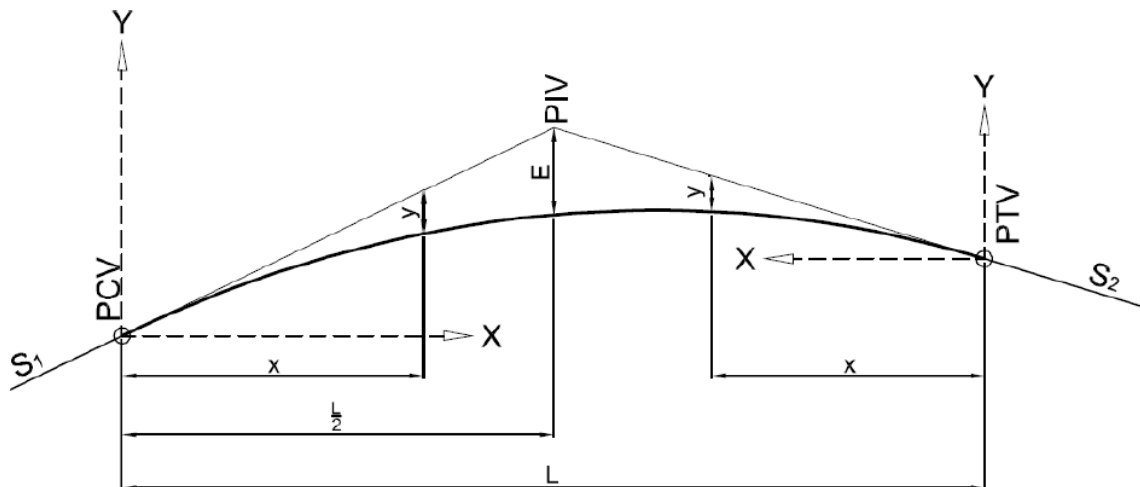
6 DISEÑO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

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.

6.1 Formulación de cálculo de curvas verticales

Formulación utilizada para el cálculo de las curvas verticales conforme al manual geométrico de Inviás 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.

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:

$$E = \frac{A * L}{8}$$



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:

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



7 DISEÑO DE SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA

7.1 Secciones utilizadas

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

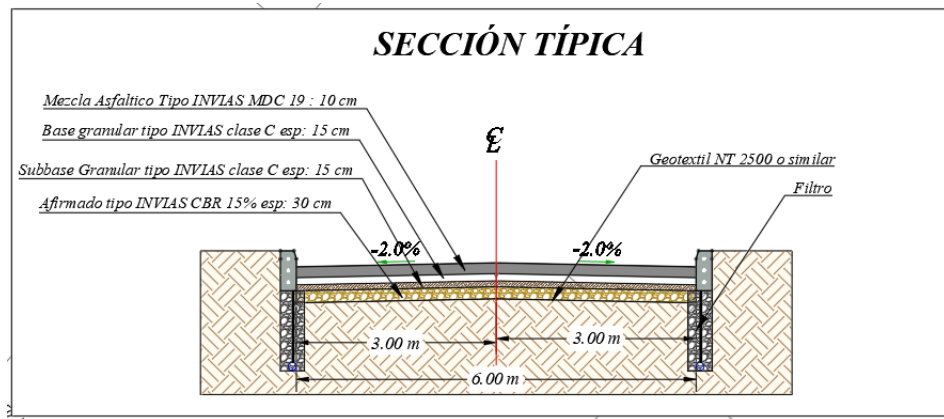


Ilustración 4. Sección típica de una sola calzada
Fuente: Propia

7.2 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.



8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El diseño geométrico de los tramos de vía se realizó sobre una topografía ondulada y plana.
- Este estudio geométrico en gran parte se adaptó a las condiciones urbanísticas establecidas en cada zona.
- El diseño geométrico entregado, tienen como norma guía lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico del INVÍAS y la guía de diseño de vías urbanas de Bogotá, 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 transversal, 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.



9 BIBLIOGRAFÍA

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

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. *guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá D.C.*

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.

ING. FRANCISCO JOSÉ RESTREPO ALBARELLO
ESP. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE VIAS Y AEROPISTAS.
DIRECTOR DE PROYECTO