AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META
NIT. 900220547-5

HOJA CONTROL DOCUMENTAL

131-GDC-FR-001-V04
09/09/2024

SERIE:	120-10
SUBSERIE:	120-10-03
No. CARPETA:	39
DESCRIPCIÓN CARPETA:	**CONSORCIO GIS EAP LLANO** ESTUDIOS DE PREINVERSION PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META. **CONTRATO N° 393 25 PY 011-25 PARCIAL N°5 C3-26 C39**

ITEM	DESCRIPCIÓN TIPO DOCUMENTAL	FOLIOS
13.	Oficio aprobación de volumen de diseño geométrico	5341
14.	Informe avance de diseño geométrico tramo 1-etapa 1 versión 0	5342-5387
15.	Informe avance de diseño geométrico tramo 2-etapa 1 versión 0	5388-5432
16.	Informe avance de diseño geométrico tramo 3 versión 0	5433-5466
17.	diseño geométrico secciones transversales EJE-SENTIDO N_S-TRAMO 3 plano 1-3 de 24	5467-5469

Fecha de Elaboración:		Nombre del Archivo en el SIGA	393 25 PY 011-25 PARCIAL N°5 C3-26 C39

Firma		Firma	
Nombre:	ANDRES FELIPE MACKENZIE FUENTES	Nombre:	FERNANDO FAJARDO ALVAREZ
Cargo:	**DIRECTOR DE INTERVENTORIA**	Cargo:	**SUPERVISOR**

5341

CAVALL-AIM-166-25

Bogotá D.C, 27 de abril de 2026

Señores:
CONSORCIO GIS EAP LLANO
Ing. GUSTAVO ALBERTO MONTES VILLA
DIRECTOR DE CONSULTORIA
directorgiseapllano@grupogiscolombia.com

REFERENCIA: **CONTRATO 403-2025 *"INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, JURÍDICA, AMBIENTAL Y FINANCIERA DE LOS ESTUDIOS DE PREINVERSION PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META.***

ASUNTO: **APROBACIÓN VOLUMEN DE DISEÑO GEOMETRICO**

Cordial saludo;

En cumplimiento de nuestras obligaciones contractuales, la interventoría se permite remitir la aprobación del volumen de diseño geométrico, allegado por la consultoría mediante el comunicado No. CGELL-0370-26 del 13 de abril de 2026.

Se anexan al presente los documentos debidamente firmados para los fines pertinentes.

Agradecemos la atención prestada y quedamos atentos a cualquier inquietud o información adicional que se requiera.

Atentamente,

ANDRÉS FELIPE MACKENZIE FUENTES
Director de Interventoría
CONSORCIO AVENIDA AL LLANO

Elaboró: *NAV - Aprobó: AFM.*
Anexo: *UNA CARPETA*

andres.mackenzie@talataaproyectos.com
+57 (300) 367 77 36
Calle 108 No. 8-21

GOBERNACIÓN DEL META

AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META
NIT. 900220547-5

AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META

"ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META"

CONSORCIO GIS-EAP-LLANO

INFORME AVANCE DE DIESÑO GEOMÉTRICO

TRAMO 1 – ETAPA 1

VERSION 0

10 de abril de 2026

BOGOTÁ D.C.

CONSORCIO GIS EAP LLANO,

Bogotá D.C. Calle 26 No. 69 – 63 oficina 408 Edificio Torre 26

Email: correspondenciaexternagiseapllano@grupogiscolombia.com

5343

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

FECHA	**VERSIÓN**	**PRESENTADO A**	**OBSERVACIONES**
21/03/2026	0	Interventoría	Entrega Informe Etapa 1 para revisión de Interventoría
10/04/2026	1	Interventoría	Atención observaciones Informe Etapa 1 para revisión de Interventoría. Comunicado CGELL-0367-26

CONSULTORÍA			
Firma			
Cargo		Especialista de Diseño Geométrico	Director del proyecto
Nombre		Ing. Camilo Alfaro Arias	Ing. Gustavo Montes
Matricula Profesional		25202-097222 CND	25202 – 07878 CND
VERSIÓN 1	**Fecha: 10-04-2026**	ELABORÓ	APROBÓ

5344

INTERVENTORÍA		
Firma		
Cargo	Especialista Diseño Geométrico	Director de Interventoría
Nombre	Ing. Miguel Ángel Salgado Pacheco	Ing. Andrés Felipe Mackenzie
Matricula Profesional	25202 - 097298 CND	25202 - 09086 CND

5345

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 8

2 OBJETIVOS 9

2.1 Objetivo General 9

2.2 Objetivos Específicos 9

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 11

4 MARCO NORMATIVO 13

5 METODOLOGÍA DE DISEÑO 14

5.1 Velocidad de Diseño 14

5.2 Vehículo de diseño 17

5.3 Diseño Horizontal 17

5.3.1 Radio Mínimo de Giro 17

5.3.2 Curvas de Transición 18

5.4 Diseño Vertical 20

5.4.1 Pendiente Longitudinal 20

5.4.2 Longitud Mínima 20

5.4.3 Curvas Verticales 21

5.5 Sección Transversal 22

5.5.1 Bombeo Normal 23

5.5.2 Peralte Máximo 24

5346

5.5.3 Rampa de Peralte 26
5.6 Intersecciones 28
6 TRAZADO VIAL 31
6.1 Descripción del Corredor 31
6.1.1 Alineamiento Horizontal 31
6.1.2 lineamiento Vertical 34
6.2 Sección Transversal 35
6.3 Análisis de Alternativas Intersecciones 36
6.3.1 Optimización de Intersecciones Existentes a Nivel 36
6.3.2 Intersección a Nivel Tipo Glorieta 36
6.3.3 Intersecciones a Desnivel – Puentes 37
6.3.4 Intersecciones Mixtas: Glorieta y Puentes 38
6.3.5 Matriz Multicriterio 39
6.4 Intersección Restrepo 42
6.4.1 Vehículo de Evaluación 43
6.5 Bocacalles 44
6.5.1 Vehículos de Evaluación 44
7 CONCLUSIONES 46
8 REFERENCIAS 46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de tramos relacionados en el anexo técnico del contrato 12

Tabla 2. Jerarquización Vial: Características y Restricciones 14

Tabla 3. Radios mínimos para peralte máximo emáx = 4% y fricción máxima 18

Tabla 4. Longitud mínima de la espiral 19

Tabla 5. Longitud mínima de la tangente vertical 20

Tabla 6. Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales 21

Tabla 7. Bombeo de la calzada 23

Tabla 8.Radios mínimos para peralte máximo emáx 4% y fricción máxima 24

Tabla 9.Radios mínimos y peralte para calles de baja velocidad en áreas urbanas 25

Tabla 10. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes 27

Tabla 11.Resumen de parámetros de diseño. 28

Tabla 12.Tipo de empalme por cada PI. Eje N-S. 32

Tabla 13. Tipo de empalme por cada PI. Eje S-N. 32

Tabla 14 Descripción Alternativas 40

Tabla 15. Evaluación Criterios Geométricos Int Restrepo Alternativa 1 40

Tabla 16. Evaluación Criterios Geométricos Int Restrepo Alternativa 2 41

Tabla 17. Evaluación Criterios Geométricos Int Restrepo Alternativa 3 41

Tabla 18. Resultado Evaluación Criterios Geométricos 42

Tabla 19. Parámetros Geométricos. Intersección Restrepo 43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 localización Av. el Llano Tramo 1, 2 y 3 11

Ilustración 2 Vehículo de Diseño Tipo 3S2 17

5348

Ilustración 3. Esquema General. Alineamiento en Planta 33
Ilustración 4. Esquema General. Alineamiento en Perfil 34
Ilustración 5. Sección Típica 35
Ilustración 6. Alternativa 1 Intersección Restrepo 36
Ilustración 7. Alternativa 2 Intersección Restrepo 37
Ilustración 8. Alternativa 2-1 Intersección Restrepo 37
Ilustración 9. Alternativa 3 Intersección Restrepo 39
Ilustración 10. Parámetros Intersección Restrepo 42
Ilustración 11. Trayectorias de Giro. Intersección Restrepo 43
Ilustración 12 Especificaciones C3S2. 44
Ilustración 13 Especificaciones Automóvil. 45
Ilustración 14 Especificaciones Vehículo SU-9 45

5349

INFORME DISEÑO GEOMÉTRICO

CONTRATO DE CONSULTORÍA AIM NO. 393 DE 2025

MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META

1 INTRODUCCIÓN

Dentro del desarrollo del CONTRATO DE CONSULTORÍA AIM NO. 393 DE 2025 celebrado entre la Agencia de Infraestructura del Meta, AIM, y el Consorcio GIS-EAP-LLANO, se ejecuta la consultoría para realizar los "ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META".

La ejecución de las actividades de Consultoría están orientadas realizar las actividades de topografía correspondientes a georreferenciación, nivelación de precisión, levantamiento de detallado de áreas, investigación de redes secas e hidrosanitarias del corredor y demás actividades a fin obtener los estudios topográficos georreferenciados y detallados del tramo 1 – Glorieta del Barrio La Grama (no incluida la glorieta) con Intersección vial con la Avenida del llano (Transversal 24) hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B; tramo 2 – Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25 y tramo 3 – Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25 hasta Avenida del llano (Calle 31 - Avenida 40) con intersección vial con la Carrera 33.

En atención al área de intervención, lo establecido en el anexo técnico del contrato y la normatividad vigente, se elabora el diseño geométrico para los tramos 1, 2 y 3; con el desarrollo de actividades que comprenden visitas técnicas a terreno, análisis y verificación de la información existente, asistencia a reuniones con entidades municipales, acuerdos y reuniones interdisciplinarias para proponer mejores y óptimas alternativas de diseño.

Atendiendo lo anterior en adelante este documento presenta el informe para la etapa 1 del tramo 1, que describe las actividades ejecutadas en campo y oficina para realizar los diseños geométricos que deriven en la generación del insumo final para las demás áreas o especialidades de la consultoría y así lograr la entrega final de los estudios y diseños de las diferentes etapas de proyecto establecidas en el contrato y anexo técnico.

3352

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Elaborar y presentar los estudios y diseños técnicos del componente de diseño geométrico de acuerdo con la normativa vigente y atendiendo las necesidades de operación requeridas para el proyecto, a través de una solución geométrica cómoda y segura para el usuario, con el fin de facilitar la ejecución de los trabajos necesarios para llevar a cabo el objeto del proyecto "**ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META**" contrato de consultoría No. AIM No. 393 DE 2025, de acuerdo con los términos de referencia establecidos en los anexos técnicos y normativa adoptada, con la participación de un equipo profesional idóneo, como insumo fundamental en el desarrollo del contrato en consideración de las diferentes especialidades que intervienen en el desarrollo de los estudios y diseños de la presente consultoría.

2.2 Objetivos Específicos

- Definir los parámetros mínimos requeridos de diseño según las características específicas del proyecto, definiciones de los apéndices técnicos e información recopilada de estudios previos.

- Desarrollar el diseño geométrico para Avenida al Llano desde la Glorieta del Barrio La Grama (no incluida en el diagnóstico) hasta carrera 23 con calle 37 B, siguiendo los lineamientos establecidos en el Anexo 1 Anexo Técnico, integrando la información de diseño de las demás disciplinas involucradas que forman parte del proyecto

- Elaborar un diseño geométrico que cumpla con estándares técnicos y normativos requeridos que garanticen la eficiencia, seguridad y funcionalidad del proyecto.

2.3. Objetivos específicos por tramo del proyecto

En atención a lo establecido en los términos de referencia y con el fin de delimitar claramente el objeto del estudio de diseño geométrico, a continuación, se presentan los objetivos asociados a cada uno de los tramos del proyecto:

TRAMO 1

Mejoramiento del Tramo Uno de la avenida al llano desde La Glorieta del barrio La Grama hasta la carrera 23 con calle 37 B, en el municipio de Villavicencio, Meta.

5351

TRAMO 2

Mejoramiento del Tramo Dos de la avenida al llano desde la carrera 23 con calle 37 B hasta la carrera 23 con carrera 25, en el municipio de Villavicencio, Meta.

TRAMO 3

Mejoramiento del Tramo Tres de la Avenida al llano desde la Carrera 23 con Carrera 25 hasta la calle 31 – Avenida 40 con intersección vial con la Carrera 33, en el municipio de Villavicencio, Meta.

En este documento se hace entrega del diseño en etapa 1 para el tramo 1

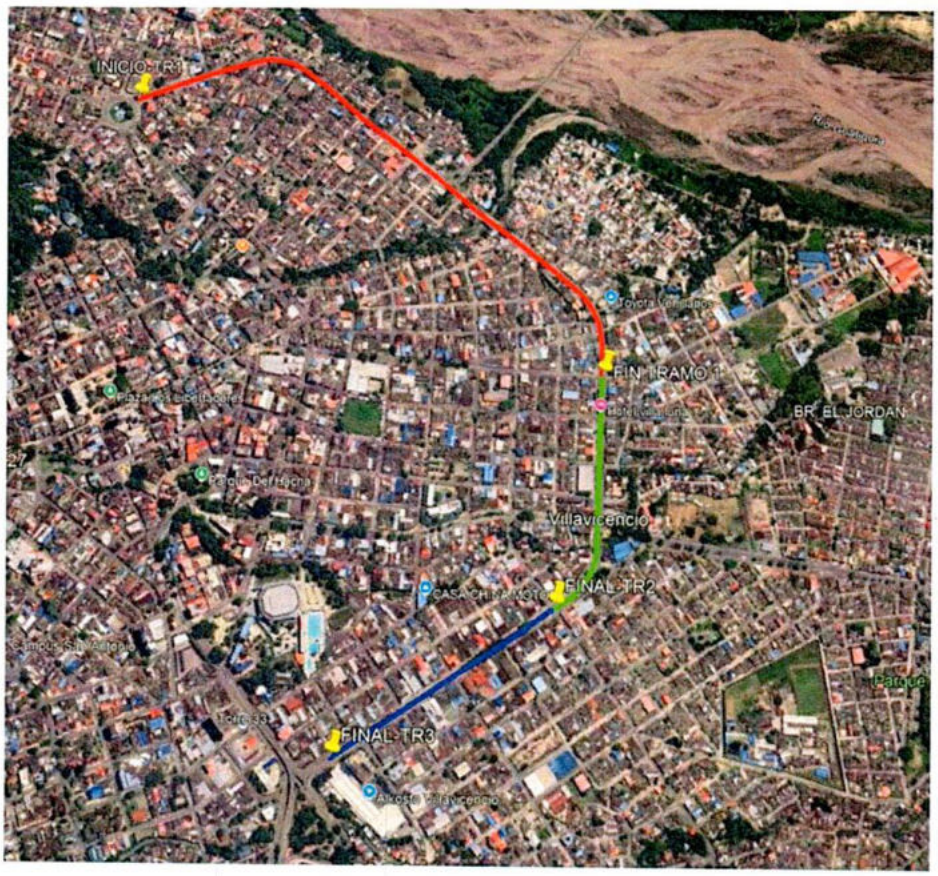
3352

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto denominado **"ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META"**, se encuentra localizado en el municipio de Villavicencio capital del departamento del Meta.

El corredor vial corresponde al sector de La Avenida del Llano, la cual transcurre dentro del área urbana del municipio de Villavicencio en la zona de la Comuna 3, iniciando en la Glorieta de la Grama en el sector del barrio el Emporio, desarrollando en adelante sobre la Transversal 24, barrio Brisas del Guatiquía, carrera 23, San Isidro, Industrial, calle 31-Avda 40, barrio Porvenir, finalizando en la intersección con la Cra 33.

Ilustración 1 localización Av. el Llano Tramo 1, 2 y 3



Fuente: Elaboración Propia.

5352

Tabla 1 Descripción de tramos relacionados en el anexo técnico del contrato

Tramo	Descripción	Georreferenciación	Longitud (m)
Tramo 1	Glorieta del Barrio La Grama (no incluida la glorieta) con Intersección vial con la Avenida del llano (Transversal 24) hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B	Inicio 4°09'28.4"N - 73°38'16.7"W Fin 4°09'07.5"N - 73°37'42.2"W	1450 m
Tramo 2	Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25	Inicio 4°09'07.5"N - 73°37'42.2"W Fin 4°08'50. 7"N - 73°37'46.1 "W	560 m
Tramo 3	Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25 hasta Avenida del llano (Calle 31 - Avenida 40) con intersección vial con la Carrera 33.	Inicio 4°08'50.7"N - 73°37'46.1 "W Fin 4°08'40.5"N - 73°38'01.3"W	560 m
	TOTAL		**2570 m**

Fuente: Elaboración Propia.

La Avenida del Llano, en los tres sectores objeto del estudio, corresponde al antiguo corredor de paso nacional que permite la conexión regional del municipio de Villavicencio a vías de carácter nacional como las rutas 40MTA, Alternas a la Transversal Buenaventura - Villavicencio -Puerto Carreño, en su sector Bogotá-Villavicencio, 6510, Troncal Villagarzon – Saravena, Sector Villavicencio, Barranca de Upia, 4007, Transversal Buenaventura Villavicencio - Puerto Carreño, en el sector Villavicencio – Puerto López, y la ruta 6509, Troncal Villagarzon – Saravena, en el sector Villavicencio Acacias, convirtiéndose en un eje fundamental para la conexión e integración intraurbana, urbano- rural, regional y departamental.

La Avenida El Llano, constituye, además, una vía urbana de vital importancia para la conectividad entre zonas residenciales, comerciales y de servicios. El tramo comprendido entre la Glorieta La Grama y el frente del centro comercial Alkosto se ha consolidado como un corredor estratégico para la movilidad local, el comercio formal e informal, y la interacción social de los habitantes del sector.

Actualmente, esta vía presenta condiciones de infraestructura que limitan su funcionalidad y seguridad. La ausencia de andenes adecuados, la falta de iluminación eficiente, el deterioro del

pavimento y la carencia de señalización clara han generado un entorno poco favorable para el tránsito peatonal y vehicular. Estas deficiencias afectan directamente la calidad de vida de los residentes, reducen la competitividad comercial del área y aumentan los riesgos de accidentalidad.

Evaluar una intervención que contemple la construcción de andenes amplios y seguros, la subterranización de redes de servicios públicos, y la optimización de la señalización horizontal y vertical. Estas mejoras que no solo respondan a necesidades técnicas, sino que también apunten a generar un entorno más seguro, accesible e inclusivo.

En el plano social, se prevé una mejora sustancial en la seguridad ciudadana, gracias a la reorganización del espacio público y la incorporación de elementos que favorecen la visibilidad y el control urbano. La inclusión de infraestructura accesible permitirá la participación de personas con movilidad reducida, fortaleciendo el tejido comunitario y promoverá la equidad en el uso del espacio urbano.

Desde la perspectiva de la movilidad, el proyecto facilitará el tránsito peatonal, fomentando el uso de medios de transporte sostenibles y contribuyendo a la reducción de la congestión vehicular.

En cuanto al impacto económico, se anticipa un dinamismo renovado en el entorno comercial. El mejoramiento de la infraestructura atraerá mayor flujo de visitantes, incrementará la valorización de los predios circundantes y estimulará nuevas inversiones, consolidando este tramo como un eje estratégico para el desarrollo urbano de Villavicencio.

4 MARCO NORMATIVO

Para el desarrollo del estudio de trazado y diseño geométrico del proyecto, se utilizará la siguiente normativa:

- Manual de Diseño Geométrico del INVIAS del 2008: Este documento será la principal referencia normativa y se regirá de acuerdo con la Resolución del Ministerio de Transporte No. 000744 del 4 de marzo de 2009. Contiene los lineamientos y criterios técnicos para el diseño geométrico de vías en Colombia.

En caso de que sea necesario complementar la normativa, se emplearán las siguientes Guías de referencia:

- Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. – CAF, IDU,Universidad Nacional de Colombia 2015: Esta guía será utilizada como referencia complementaria, especialmente en casos donde las condiciones urbanas específicas de Bogotá requieran criterios adicionales o distintos a los establecidos en el Manual del INVIAS.

- A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO 2018: Esta guía

5255

internacional será empleada como complemento en situaciones particulares donde se requiera considerar criterios de diseño más actualizados o específicos que no estén contemplados en la normativa nacional.

Es importante destacar que estas guías de referencia se utilizarán para complementar el Manual del INVIAS, y en casos donde sea aplicable por condiciones especiales y particulares se adoptarán criterios de estas. Sin embargo, el Manual del INVIAS y su resolución asociada serán la base principal para el diseño geométrico del proyecto.

5 METODOLOGÍA DE DISEÑO

5.1 Velocidad de Diseño

Con base en las características definidas para la operación del corredor vial, así como las condiciones iniciales de operación por tipo de vía, definidas dentro del Plan de Ordenamiento Territorial y según la normatividad vigente, se ha adoptado una velocidad de 50km/h para el dimensionamiento de los elementos mínimos del corredor y de 30km/h en intersecciones. No obstante, es preciso tener en cuenta que dicha velocidad se ve restringida por el número de intersecciones semaforizadas que se presentan. En el caso de las bocacalles, se considerará una velocidad de diseño de 20km/h.

Tabla 2. Jerarquización Vial: Características y Restricciones

CLASIFICACION FUNCIONAL	JERARQUIA	ANCHO MIN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	TIPO DE TRAFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	PARADA DE BUSES	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)	USO
Malla Vial Arterial Regional y Principal	V0	100	V. Livianos V.Ppesado V.emergencia V. 14ías14edores y servicio Tpte. Masivo	Total	A desnivel	Con exclusividad en estaciones y terminales debidamente diseñados	60-100	

CLASIFICACION FUNCIONAL	JERARQUIA	ANCHO MIN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	TIPO DE TRAFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	PARADA DE BUSES	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)	USO
	V1	60	V. Livianos V.Ppesado V.emergencia V. 15ías15edores y servicio Tpte. Masivo	Total	A desnivel	Con exclusividad en estaciones y terminales debidamente diseñados	60-100	
Malla Vial Arterial Complementaria	V2	40	V. Livianos V.Pesado con 15ías15edores15s V.emergencia V. 15ías15edores y servicio Tpte. Masivo Tpte.Público	Total o parcial	Según estudios	Con exclusividad y en estaciones y terminales debidamente diseñados o mediante bahías y/o zonas de parada si el ascenso y descenso de pasajeros es sobre el andén.	40-60	Corredor principal
	V3	25-30	V. Livianos V.Pesado con 15ías15edores15s V.emergencia V. 15ías15edores y servicio Tpte. Masivo Tpte.Público	Parcial	Según estudios	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	40-60	
Malla vial	V4	22	V. Livianos V.emergencia V.	Según análisis	Según análisis	Sobre carril de circulación o con bahía, según	30-60	

CLASIFICACION FUNCIONAL	JERARQUIA	ANCHO MIN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	TIPO DE TRAFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	PARADA DE BUSES	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)	USO
			16ías16edores y servicio Tpte.Público			estudios de tránsito y seguridad vial.		
	V5	18	V. Livianos V.emergencia V. 16ías16edores y servicio Tpte.Público	Según análisis	Según análisis	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	30-60	
	V6	16	V. Livianos V.emergencia V. 16ías16edores y servicio Tpte.Público	Ninguno	Según análisis	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	30-60	
Malla vial Local	V7	13	V. Livianos V.emergencia V. 16ías16edores y servicio	NA	A nivel	Sujeto a consulta con la comunidad	<30	
	V8	10	V. Livianos V.especiales	NA	A nivel	Sujeto a consulta con la comunidad	<30	Intersecciones
Vías Peatonales	V9	8	Peatones	NA	NA	Prohibido	NA	

Fuente: Tabla 2 de la guía de diseño de vías urbanas para Bogotá D.C.

358

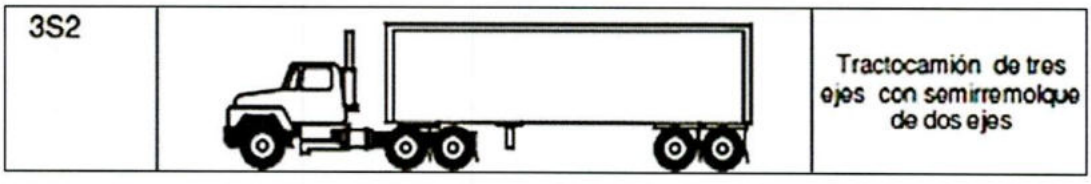
5.2 Vehículo de diseño

Con base en las características funcionales de la vía del proyecto se utilizará como vehículo tipo de diseño 3S2. Para su selección se tuvo en cuenta las características y funcionalidad de la vía.

De acuerdo a la configuración de los vehículos y según lo establece la Resolución del Ministerio de Transporte 2888 de 2005, adicionado en su artículo 2°, se usan las siguientes dimensiones:

- Ancho Máximo: 2.6 m
- Altura Máxima: 4.4 m
- Longitud Máxima 18.5 m

Ilustración 2 Vehículo de Diseño Tipo 3S2



Fuente: Resolución del Ministerio de Transporte 4100 de 2004.

5.3 Diseño Horizontal

5.3.1 Radio Mínimo de Giro

Para el caso de vías urbanas, los peraltes máximos recomendados son del 4% y el 6% cuando las calzadas vehiculares estén condicionadas por la franja lateral de espacio público y consiguientemente el acceso a predios, debido a las condiciones urbanas del proyecto se adopta un valor de peralte máximo del 4%.

Para las velocidades establecidas en las calzadas (50 km/h), se adopta un radio mínimo de 86m, Según las velocidades manejadas en las intersecciones de 30 km/h, se adopta un radio mínimo de 22 m.

En Bocacalles de bajas velocidades (20Km/h) se adopta el valor de 15m.

3359

Tabla 3. Radios mínimos para peralte máximo emáx = 4% y fricción máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Vch)(Km/h)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL f tmax	RADIO MÍNIMO REDONDEADO (m)
		emax=4.0%
20	0.35	15
30	0.28	22
40	0.23	47
50	0.19	86
60	0.17	135

Fuente: Elaboración propia a partir de manual de diseño geométrico de carreteras y AASHTO.

5.3.2 Curvas de Transición

De acuerdo con la importancia del presente proyecto vial, se contempla el uso de curvas de transición para el diseño de las calzadas principales del corredor, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Las entretangencias entre dos curvas espirales diferente sentido puede ser cero.
- Las espirales proporcionan un camino fácil de seguir para los conductores, dado que la fuerza centrípeta aumenta y disminuye gradualmente.
- La longitud de la espiral puede ser usada para proporcionar una adecuada transición de los peraltes.
- La apariencia de la vía se ve mejorada por la aplicación de las espirales, disminuyendo los quiebres que se notan al inicio y fin de cada curva circular.

➢ Longitud mínima de la espiral en condición critica

El parámetro mínimo de la clotoide (A mín.), se establece con base en el estudio y análisis de tres criterios relacionados, con la comodidad y seguridad del usuario de la vía. El valor del parámetro de

5360

diseño se tomará de acuerdo con la envolvente superior de los valores determinados para cada uno de los criterios establecidos.

- Criterio I. Variación uniforme de la fuerza centrífuga (J).

- Criterio II. Limitación por transición del peralte, en la determinación de los valores del parámetro mínimo, se tendrá en cuenta la inclinación máxima permitida de la rampa de peraltes (Δs) (Tabla 11). Así mismo, la distancia del eje de giro al borde de calzada (a), la cual toma el valor de 3,5 m.

- Criterio III. Condición de percepción y de estética, la longitud de la curva de transición ha de ser suficiente para que se perciba de forma clara el cambio de curvatura, orientando adecuadamente al conductor y creando alineamientos armoniosos. Para ello, es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

  - Criterio III.1. Se asume el disloque mínimo de 0,25 m.
  - Criterio III.2. Ángulo de giro de la espiral mínimo de 3 grados.

De lo anterior se tiene que, dependiendo del radio de curvatura mínimo para cada una de las velocidades de diseño, con peralte de 4,0% la longitud de espiral mínima tendrá las longitudes descritas en la siguiente tabla.

Tabla 4. Longitud mínima de la espiral

Velocidad de Diseño (km/h)	CRITERIO N°1	CRITERIO N°2	CRITERIO N°3		Le Mínima (m)
	A mínima	A mínima	CRITERIO N°3.1	CRITERIO N°3.2	
			A mínima	A mínima	
20	13.22	10.37	9.49	1.57	13.22
30	16.02	8.75	15.35	6.8	16.68
40	39.48	12.53	26.28	13.92	22.24
50	53.91	16.98	41.47	25.56	27.80

Fuente: Elaboración propia a partir de manual de diseño geométrico de carreteras

5361

5.4 Diseño Vertical

5.4.1 Pendiente Longitudinal

El diseño de rasante de las vías debe estar vinculado de tal manera que se garantice el valor mínimo para la pendiente longitudinal descrita en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, el cual sostiene que este valor está determinado por las condiciones de drenaje.

La pendiente mínima establecida por el Manual de diseño es de 0,5% como pendiente mínima recomendada y 0,3% para el diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseada, teniendo en cuenta que se podrán proyectar pendientes menores siempre y cuando sean justificadas.

Con relación a la pendiente longitudinal máxima de diseño, se establece bajo el criterio del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras que para vías con velocidad de 50 km/h es de 10%.

Para el caso de las intersecciones según las velocidades manejadas, la pendiente longitudinal máxima de diseño es 12% para 30 km/h, para bocacalles de malla vial local se adopta una pendiente máxima del 18% para 20 Km/h según la guía de diseño urbano del IDU.

5.4.2 Longitud Mínima

La longitud mínima de las tangentes verticales con velocidad específica mayor a cuarenta kilómetros por hora (40km/h) no podrán tener una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos (10 s). Para el diseño con una velocidad especifica de 50 km/h y en intersecciones de 30 km/h la longitud mínima de tangencia vertical es de 140m y 60m respectivamente. Para Bocacalles una longitud de 40m.

Tabla 5. Longitud mínima de la tangente vertical

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL VTV (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5362

5.4.3 Curvas Verticales

Los criterios para la selección de la longitud de la curva vertical que a continuación se indican son aplicables para las curvas simétricas y asimétricas:

- Criterio de seguridad

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada (DP). Es pertinente manifestar que en algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales que satisfagan la distancia de visibilidad de adelantamiento (Da).

- Criterio de operación

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

- Criterio de drenaje

Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana dificultando el drenaje de la calzada.

De acuerdo con la longitud mínima de la curva vertical será de 30 m para las vías con velocidad de 50 km/h. Adicionalmente se cumplirán con los valores del parámetro K asociados al tipo de curva a implementar.

En el caso de las intersecciones, la longitud mínima de la curva vertical será de 20 m para las vías con velocidad de 30 km/h.

Tabla 6. Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales

VELOCIDAD ESPECÍFICA Vcv(km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE Kmin				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1	2.1	3	20
30	35	1.9	2	5.1	6	20
40	50	3.8	4	8.5	9	24
50	65	6.4	7	12.2	13	30
60	85	11	11	17.3	18	36
70	105	16.8	17	22.6	23	42
80	130	25.7	26	29.4	30	48
90	160	38.9	39	37.6	38	54
100	185	52	52	44.6	45	60
110	220	73.6	74	54.4	55	66
120	250	95	95	62.8	63	72
130	285	123.4	124	72.7	73	78

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.5 Sección Transversal

- Carriles: Para el carril externo (tránsito de buses y camiones) se considera un ancho mínimo de carril de 3,5m y el carril central y el interno (vehículos livianos) se considera un ancho

3364

mínimo de carril de 3,2m.

La sección transversal típica está conformada de acuerdo con los siguientes parámetros:

TRAMO 1

- Calzada de 9.90m
    - Un (1) carril de 3.50m externo.
    - Dos (2) carriles de 3.20 m (central e interno)
- Ancho de separador central de calzadas: 1.5 m aprox

GLORIETA

Etapa 1: tres carriles de 4.5 m, berma interna de 1.0 m y berma externa de 0.5 m

5.5.1 Bombeo Normal

Es la inclinación transversal que debe tener la calzada en entretangencias horizontales, y se define dependiendo del tipo de superficie de rodadura. Para las vías del proyecto se seleccionó un bombeo normal del 2%; la dirección del bombeo es al exterior de las calzadas.

Tabla 7. Bombeo de la calzada

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

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

536 57

5.5.2 Peralte Máximo

Para el desarrollo del peralte se han adoptado los lineamientos establecidos en los Manuales de referencia, por medio del uso de los métodos 2 y 5 para la determinación del valor mínimo requerido de peralte en función del radio de curvatura del elemento geométrico.

En el método 2 usa la fricción lateral para sostener toda la aceleración lateral hasta la curvatura correspondiente al factor máximo de fricción lateral, y este factor máximo de fricción lateral está disponible en todas las curvas más cerradas. En este método, el peralte se introduce solo después de haber utilizado la fricción lateral máxima. Por lo tanto, no se necesita peralte en curvas más planas que requieren menos que la fricción lateral máxima para los vehículos que viajan a la velocidad de diseño Cuando se necesita peralte, esta aumenta rápidamente a medida que las curvas con fricción lateral máxima se vuelven más cerradas. Debido a que este método depende completamente de la fricción lateral disponible, su uso generalmente se limita a calles y carreteras de baja velocidad. Este método es particularmente adecuado en calles urbanas de baja velocidad donde, debido a diversas restricciones, frecuentemente no se puede proporcionar peralte.

Por otra parte, el método 5 el peralte y la fricción lateral están en una relación curvilínea con el inverso del radio de la curva y es el más utilizado para el diseño de carreteras.

Teniendo en consideración lo anterior y basados en el método 5, se presentan los radios mínimos para las velocidades establecidas de 50 km/h, 30 km/h en intersecciones y 20 km/h en el caso de las bocacalles, considerando un peralte máximo del 4%. Esto teniendo en cuenta que para vías urbanas es el recomendado, adicional a las condicionantes de empalmes con las calzadas principales y las franjas de espacio público.

Tabla 8.Radios mínimos para peralte máximo emáx 4% y fricción máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Vch)(Km/h)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL f	RADIO MÍNIMO REDONDEADO (m)

5366

	tmax	emax=4.0%
20	0.35	15
30	0.28	22
40	0.23	47
50	0.19	86
60	0.17	135

Fuente: Elaboración propia a partir de manual de diseño geométrico de carreteras y AASHTO

Por otro lado, a continuación, se presentan los valores asociados a los radios mínimos y peraltes por medio del método 2, el cual se aplica en las situaciones en las que no es posible lograr alcanzar el valor de peralte resultante del análisis por el método 5, por restricciones del acceso a predios y empalme con bocacalles, debido a las condiciones urbanas del proyecto.

Tabla 9.Radios mínimos y peralte para calles de baja velocidad en áreas urbanas

e(%)	Vd=20 Km/h	Vd=30 Km/h	Vd=40 Km/h	Vd=50 Km/h	Vd=60 Km/h	Vd=70 Km/h
	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)
-3.0	10	28	63	123	202	322
-2.8	10	28	62	122	200	316
-2.6	10	28	62	120	197	311
-2.4	10	28	61	119	194	306
-2.2	10	27	61	117	192	301
-2.0	10	27	60	116	189	297

3367

e(%)	Vd=20 Km/h	Vd=30 Km/h	Vd=40 Km/h	Vd=50 Km/h	Vd=60 Km/h	Vd=70 Km/h
	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)
-1.5	9	27	59	113	183	286
0	9	25	55	104	167	257
1.5	9	24	51	96	153	234
2.0	9	24	50	94	149	227
2.2	8	23	50	93	148	224
2.4	8	23	50	92	146	222
2.6	8	23	49	91	145	219
2.8	8	23	49	90	143	217
3.0	8	23	48	89	142	214
3.2	8	23	48	89	140	212
3.4	8	23	48	88	139	210
3.6	8	22	47	87	138	207
3.8	8	22	47	86	136	205
4.0	8	22	47	86	135	203

Fuente: AASTHO a policy on geometric design of highways and Street,2018.

5.5.3 Rampa de Peralte

5368

Se define la rampa de peraltes, como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de esta.

Se presentan los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para la rampa de peraltes recomendados por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 10. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes

VELOCIDAD ESPECIFICA (Vch)(Km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTE Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1 x a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	

5369

120	0.38	
130	0.38	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.6 Intersecciones

Dentro del proyecto, se encuentra ubicada la intersección Restrepo para la cual, se establece una velocidad de diseño de ramales entre 20 y 30 km/h según las condiciones y características propias de cada una.

Así mismo, los anchos de calzada de los ramales corresponden a los anchos de calzada diseñados para el corredor central y a los demás anchos de calzadas existentes.

En la Tabla 11.Resumen de parámetros de diseño. se presenta el cuadro resumen de los parámetros de diseño seleccionados para el diseño geométrico para el corredor del proyecto.

Tabla 11.Resumen de parámetros de diseño.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
TIPO DE VÍA		Malla Vial Principal
VELOCIDAD DE OPERACIÓN		
Corredor Principal	Km/h	50
Zonas sensibles	Km/h	30
Bocacalles	Km/h	20
TIPO DE CURVA DE ACUERDO CON EL ANGULO DE DEFLEXION		

5370

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
0°-2°		Sin concatenación
2°-6°		Circular
6°-20°		Espiral-Espiral
>20°		Espiral-Curva-Espiral
Radio mínimo Calzadas principales	m	86
Longitud de curva	m	27.8
Longitud de espiral		Criterio II Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS
Entretangencias de diseño horizontal	m	30
Peralte máximo	%	4.0
Rampas de peralte máxima	%	0.77
Longitud mínima de espiral	m	27.78
Pendiente longitud mínima	%	0.30%
Pendiente longitud máxima	%	8,0%
Longitud mínima de Curva vertical	m	30m en el Corredor, 20m en zonas especiales, 12m en Bocacalles
K mín (Corredor Principal)		C. Convexa: 7,0. C. Cóncava: 13,0
K min (Bocacalles)		Según la particularidad del acceso.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
ANCHO DE CARRIL		
Calzadas principales - Tramo 1	m	9.90 (3,50+3,20+3.20).
ANCHO DE SEPARADOR CENTRAL		
Tramo 1	m	1,5

Fuente: Elaboración Propia

5372

6 TRAZADO VIAL

6.1 Descripción del Corredor

6.1.1 Alineamiento Horizontal

Por tratarse de la elaboración y desarrollo del diseño geométrico de una calzada existente, el planteamiento horizontal se realizó a partir de la geometría actual de la misma, teniendo en cuenta restricciones del acceso a predios y empalme con bocacalles, debido a las condiciones urbanas del proyecto. Sin embargo, con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos del Apéndice Técnico, fue necesario realizar correcciones geométricas en aras de implementar una vía con parámetros en planta para una velocidad de 50 km/h, adaptarse a las exigencias del entorno urbano del corredor existente.

El tramo 1 está compuesto por aproximadamente 1.45 kilómetros con dos calzadas de flujo vehicular, que se denominaron de la siguiente manera:

- Calzada N-S (Occidental)
- Calzada S-N (Oriental)

Cada una de las calzadas cuenta con un eje de diseño independiente.

- **Calzada Sentido N-S:** Dentro del desarrollo se presentan 5 puntos de Intersección Horizontales los cuales se presentan en la Tabla 12 de los cuales cabe resaltar lo siguiente:
  - Para los PI que entran o salen a glorieta, se ha implementado empalme circular simple (PI 1)
  - Para los PI con ángulos de deflexión menores a 20° se han implementado empalmes de tipo Espiral-Espiral (No hay en este tramo).
  - Para los PI con ángulos de deflexión de 2° o menos (PI 3) se ha prescindido de elementos de curvatura, toda vez que son deflexiones menores que no representan cambios bruscos en el alineamiento principal, ni riesgos en la operación para los usuarios.
  - Para los PI con ángulos de deflexión mayores a 20° se han implementado empalmes de tipo Espiral-Circulo -Espiral (PI 2 y PI 4).

Tabla 12.Tipo de empalme por cada PI. Eje N-S.

PI	TIPO	Δ
INICIO		
1	CC	79°14'56.04"
2	ECE	63°15'43.56"
3	PQ	0°4'11"
4	PQ	0°10'46"
5	ECE	53°36'41.04"
FIN		

Fuente: Elaboración Propia

- **Calzada Sentido S-N:** Dentro del desarrollo se presentan 5 Puntos de Intersección Horizontales los cuales se presentan en la Tabla 13 de los cuales cabe resaltar lo siguiente:
  - Para los PI que entran o salen a glorieta, se ha implementado empalme circular simple (PI 1)
  - Para los PI con ángulos de deflexión menores a 20° se han implementado empalmes de tipo Espiral-Espiral (No hay en este tramo).
  - Para los PI con ángulos de deflexión de 2° o menos (PI 3 y PI 4) se ha prescindido de elementos de curvatura, toda vez que son deflexiones menores que no representan cambios bruscos en el alineamiento principal, ni riesgos en la operación para los usuarios.
  - Para los PI con ángulos de deflexión mayores a 20° se han implementado empalmes de tipo Espiral-Circulo -Espiral (PI 4 y PI 5).

Tabla 13. Tipo de empalme por cada PI. Eje S-N.

PI	TIPO	Δ
INICIO		

5374

1	CC	19°25'33.96"
2	ECE	63°15'43.56"
3	PQ	0°4'11"
4	PQ	0°3'52"
5	ECE	52°43'35.4"
FIN		

- **Fuente:** Elaboración Propia

A continuación, se presenta el esquema general del alineamiento en planta del proyecto.

Ilustración 3. Esquema General. Alineamiento en Planta



Fuente: Elaboración Propia

5328

6.1.2 lineamiento Vertical

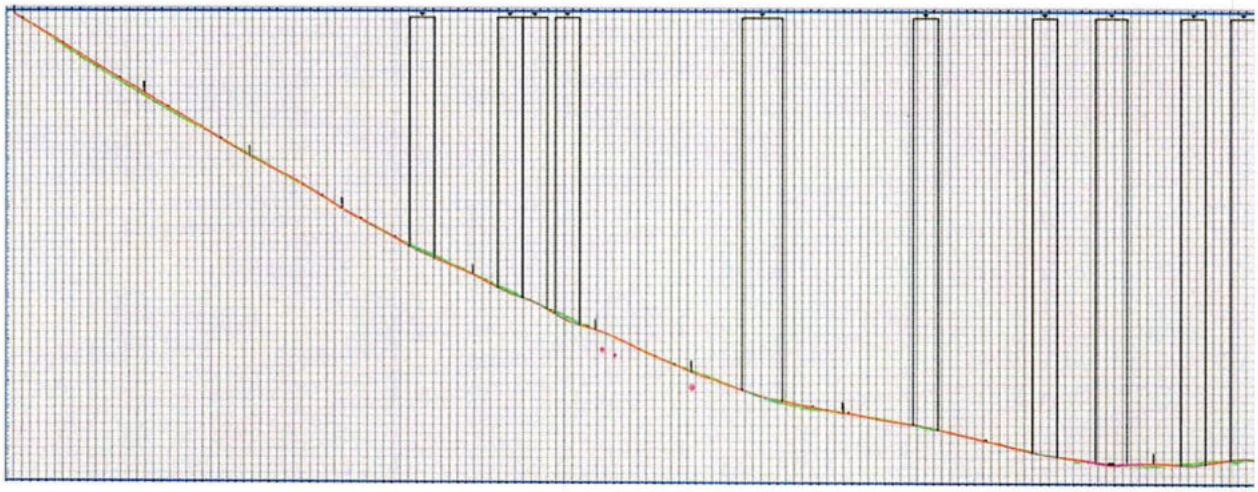
Con el objetivo de evitar diferencias de nivel significativas y garantizar una adecuada uniformidad entre las calzadas, así como cumplir con las normativas verticales para una velocidad de 50 km/h, se ha llevado a cabo el diseño altimétrico del corredor vial.

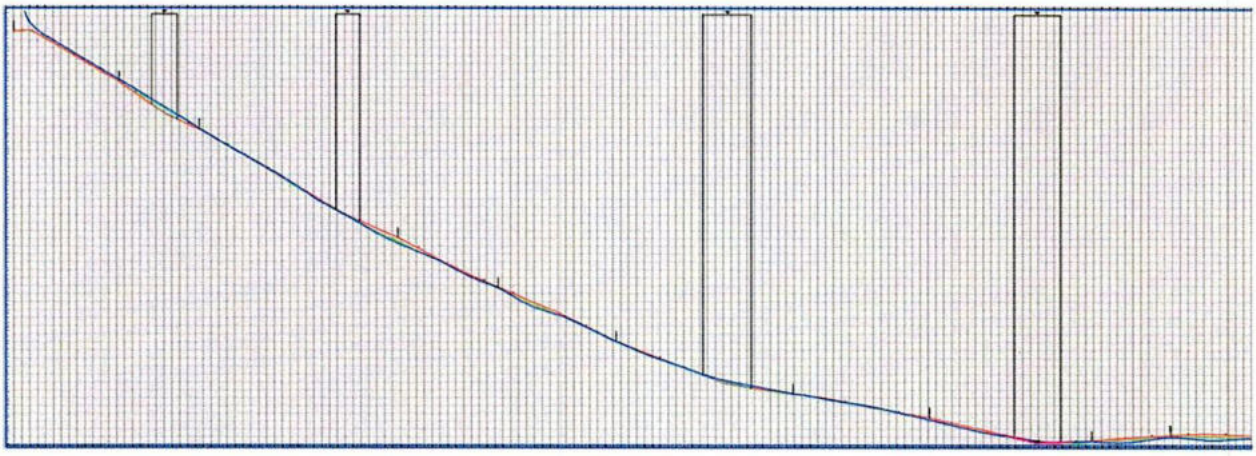
Este diseño se ha desarrollado considerando pendientes longitudinales que oscilan entre el 0,3% y el 7,0%, a fin de facilitar el acceso de los usuarios y asegurar una operación eficiente de los diferentes vehículos. Se ha prioridad y especial atención a mantener pendientes superiores al 0,5% a lo largo del corredor para garantizar un adecuado drenaje. Sin embargo, debido a limitaciones derivadas de la existencia de niveles y pendientes preexistentes en intersecciones, propiedades adyacentes y condiciones particulares de la zona urbana, se han considerado pendientes en algunos sectores mínimas del 0,3%, conforme a lo establecido normativamente para minimizar la afectación y garantizar accesos existentes. Asimismo, se han diseñado curvas en quiebres con diferencias algebraicas de pendientes longitudinales superiores al 1% que cumplen con parámetros que permiten velocidades de hasta 50 km/h.

Este enfoque busca optimizar la funcionalidad y seguridad del corredor vial, adaptándose de la manera más precisa a las condiciones específicas del entorno urbano y a las necesidades del sistema de transporte.

A continuación, se presenta el esquema general del alineamiento en perfil de las calzadas del proyecto.

Ilustración 4. Esquema General. Alineamiento en Perfil



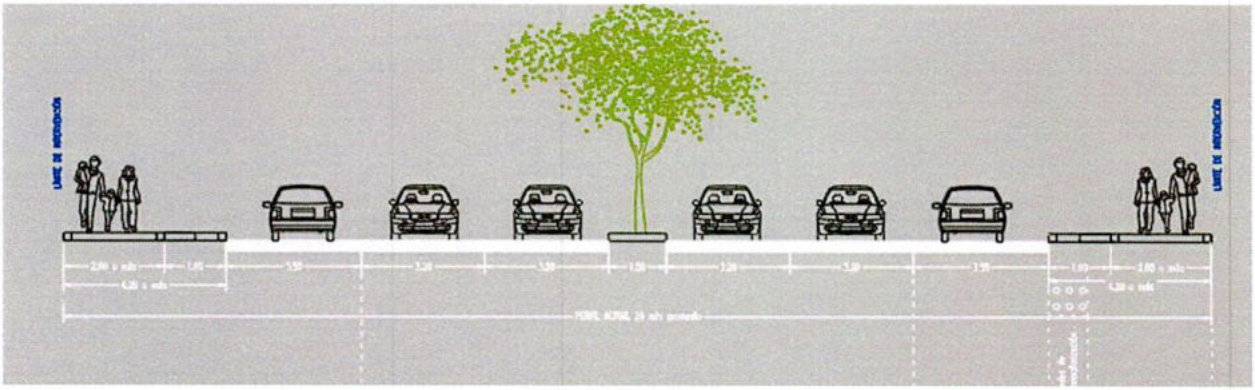


Fuente: Elaboración Propia

6.2 Sección Transversal

A continuación, se presenta el esquema general de la sección transversal en las calzadas del proyecto

Ilustración 5. Sección Típica



Fuente: Elaboración Propia

6.3 Análisis de Alternativas Intersecciones

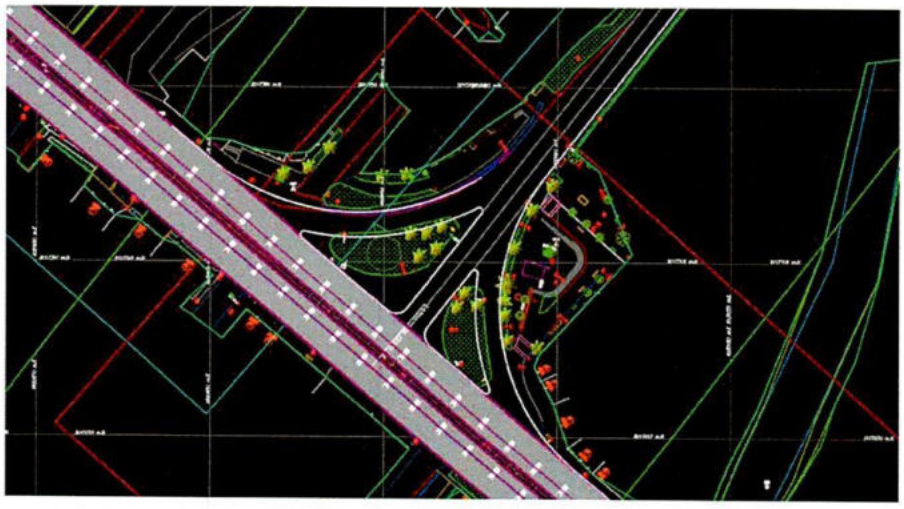
Para la definición de la alternativa óptima en la intersección Restrepo se ha realizado el análisis de varias propuestas que, en conjunto con las especialidades de geotecnia, tránsito, urbanismo, hidráulica y estructuras principalmente, ha permitido definir tres alternativas para cada intersección: A continuación se presenta cada alternativa:

6.3.1 Optimización de Intersecciones Existentes a Nivel

Con base en los análisis de tránsito al corredor, se ha definido que el corredor principal (Av del Llano) requerirá tres carriles por sentido. En este sentido, esta alternativa consiste en realizar una optimización de las intersecciones del Corredor en cuanto a radios de giro.

- **INTERSECCION AV DEL LLANO x SALIDA A RESTREPO**

Ilustración 6. Alternativa 1 Intersección Restrepo



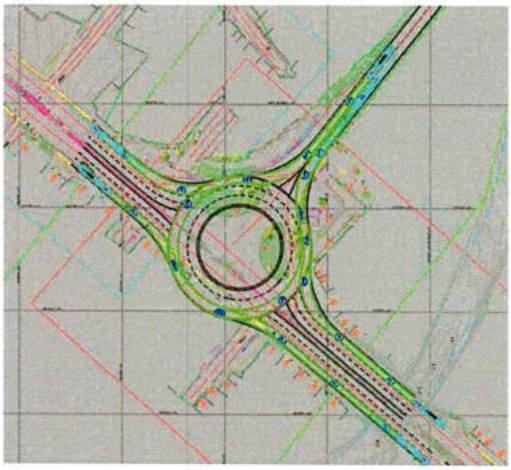
Fuente: Elaboración Propia

6.3.2 Intersección a Nivel Tipo Glorieta

Respecto a las alternativas a nivel se ha analizado la proyección de glorietas en las dos intersecciones, tal como se evidencia a continuación:

- **INTERSECCION AV DEL LLANO x SALIDA A RESTREPO**

Ilustración 7. Alternativa 2 Intersección Restrepo



Fuente: Elaboración Propia

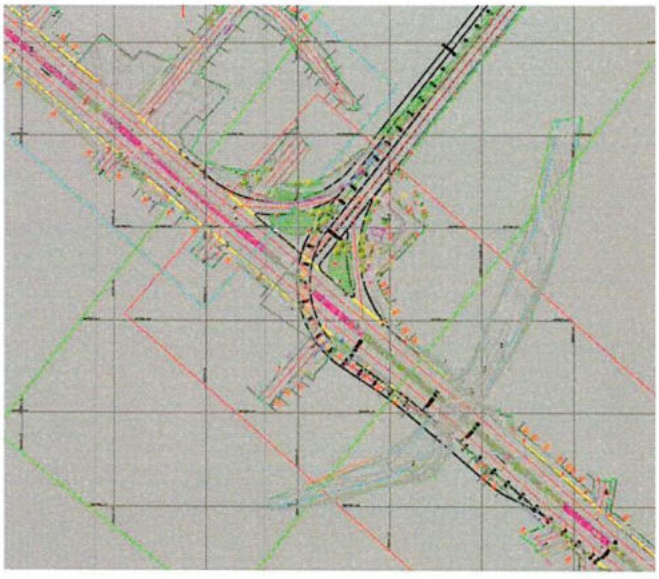
6.3.3 Intersecciones a Desnivel – Puentes

Respecto a las alternativas a desnivel, en la intersección con la Av a Restrepo se ha analizado la propuesta de elevar el giro Restrepo Catama, tal como se evidencia a continuación:

- **INTERSECCION AV DEL LLANO x SALIDA A RESTREPO**

Ilustración 8. Alternativa 2-1 Intersección Restrepo

3325



Fuente: Elaboración Propia

Esta intersección en la Av Restrepo tiene la particularidad de continuar con el uso de semáforos para los giros Grama-Restrepo y Restrpo-Catama, por lo cual se consideró el análisis de una glorieta.

Mientras que para la intersección con la Av Catama se ha analizado la posibilidad de elevar las dos vías que se interceptan, teniendo mayor validez la alternativa de elevar la Av del Llano. No obstante lo anterior, los giros izquierdos no se solucionas de manera correcta en esta propuesta, dado que sería necesario hacer uso de orejas manzana y vincular el tráfico de la avenida principal en zonas que en su mayoría son residenciales y en donde los radios de giro no serían suficientes para vehículos tipo 3S2 o del componente de transporte público de la ciudad.

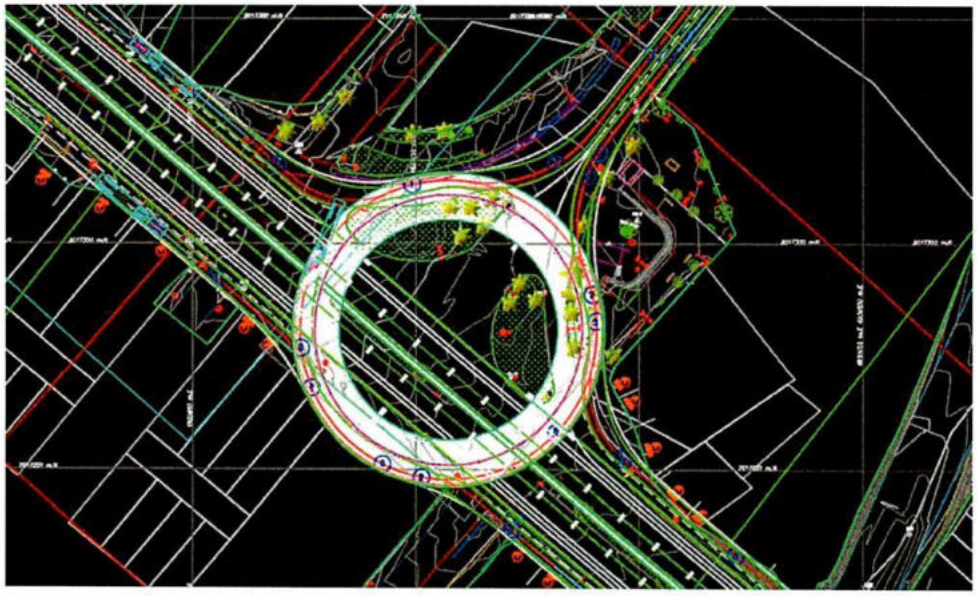
6.3.4 Intersecciones Mixtas: Glorieta y Puentes

En conjunto con las áreas de urbanismo y tránsito se ha analizado la posibilidad de generar una intersecciones que se desarrollen por etapas de manera que inicialmente se pueda desarrollar una glorieta a nivel y en el momento en que las proyecciones de tráfico indiquen un colapso de la intersección se pueda construir un puente (elevando la Av del Llano) de manera que se mejoren las condiciones de capacidad y niveles de servicio.

5380

- **INTERSECCION AV DEL LLANO x SALIDA A RESTREPO**

Ilustración 9. Alternativa 3 Intersección Restrepo



Fuente: Elaboración Propia

En conjunto con el componente de tránsito se han realizado las actividades de verificación de número de carriles de diseño, los cuales han concluido que para el tramo 1 se requieren tres (3) carriles por sentido de circulación.

Adicionalmente se han analizado posibilidades de distribución de espacios transversales con el área de urbanismo, con el objetivo de poder generar espacios adicionales para los andenes.

6.3.5 Matriz Multicriterio

En función de lo explicado anteriormente, la matriz multicriterio analizada tiene las siguientes alternativas de análisis

5387

Tabla 14 Descripción Alternativas

INTERSECCIÓN	ID ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA
INTERSECCIÓN SALIDA RESTREPO	ALTERNATIVA 1	Mejorar la interseccion existente ampliando a tres carriles por sentido la Avenida del llano y mejorando la geometría de la intersección en el área disponible y optimización de los ciclos de semaforización
	ALTERNATIVA 2	Construcción de un paso elevado (puente) curvo para independizar el transito que viene desde Restrepo y se dirige hacia la Avenida Catama por la Avenida del Llano, acompañado de optimización en la semaforización para el resto de movimientos de la intersección
	ALTERNATIVA 3	Implementación de una solución combinada en dos etapas
		Etapa 1: Construcción de una glorieta en la intersección que permita el manejo de todos los movimientos
		concistente en elevar la Avenida del Llano que trabajará en conjunto con la glorieta preexistente construida en la etapa 1

Fuente: Elaboración Propia

6.2.5.1 RESTREPO ALTERNATIVA 1

Tabla 15. Evaluación Criterios Geométricos Int Restrepo Alternativa 1

COMPONENTE	PESO	CRITERIO	PESO	INDICADOR	ANÁLISIS	CALIFICACIÓN DE 0 A 100
INSTRUCCIONES	*Peso del componente*	*nombre corto del criterio evaluado*	*peso del criterio dentro del componente. Cada componente suma 100%*	*Formula general o descripción del criterio que se evalua*	*Analisis especifico de la alternativa*	*Calificación del criterio para la alternativa especifica*
Diseño Geométrico	9%	1. Longitud/Area Intervención	20%	A mayor intervención menor calificación	Dado que las intervenciones serian dentro de la intersección existente, el área de intervención es reducida	80
		2. Movimiento de Tierras	20%	A mayor movimiento de tierras menor calificación	Dado que la intervención principal se da en el corredor, se considera que el movimiento de tierras es bajo en comparación con las demás alternativas analizadas	80
		3. Solucion de movimientos en la intersección	40%	A mayor número de soluciones en la intersección mejor calificación	La mayoria de los movimientos se solucionan en la intersección a excepción de giros en "U"	90
		4. Uso de semaforización	20%	A mayor uso de semáforos menor calificación	La alternativa está condicionada por uso de semáforos	5

Fuente: Elaboración Propia

5382

6.2.5.2 RESTREPO ALTERNATIVA 2

Tabla 16. Evaluación Criterios Geométricos Int Restrepo Alternativa 2

COMPONENTE	PESO	CRITERIO	PESO	INDICADOR	ANÁLISIS	CALIFICACIÓN DE 0 A 100
INSTRUCCIONES	*Peso del componente*	*nombre corto del criterio evaluado*	*peso del criterio dentro del componente. Cada componente suma 100%*	*Formula general o descripción del criterio que se evalua*	*Analisis especifico de la alternativa*	*Calificación del criterio para la alternativa especifica*
Diseño Geométrico	9%	1. Longitud/Area Intervención	20%	A mayor intervención menor calificación	La posibilidad de interveción sobre el puente hacia Restrepo genera complejidad adicional en la alternativa	50
		2. Movimiento de Tierras	20%	A mayor movimiento de tierras menor calificación	El mayor impacto se genera en el costado norte del puente Restrepo y en la llegada sobre la Av Llano	60
		3. Solucion de movimientos en la Intersección	40%	A mayor número de soluciones en la intersección mejor calificación	La mayoría de los movimientos se solucionan en la intersección a excepción de giros en "U"	90
		4. Uso de semaforización	20%	A mayor uso de semáforos menor calificación	Se reduce el uso de semaforos en comparación con alternativa 1	50

Fuente: Elaboración Propia

6.2.5.3 RESTREPO ALTERNATIVA 3

Tabla 17. Evaluación Criterios Geométricos Int Restrepo Alternativa 3

COMPONENTE	PESO	CRITERIO	PESO	INDICADOR	ANÁLISIS	CALIFICACIÓN DE 0 A 100
INSTRUCCIONES	*Peso del componente*	*nombre corto del criterio evaluado*	*peso del criterio dentro del componente. Cada componente suma 100%*	*Formula general o descripción del criterio que se evalua*	*Analisis especifico de la alternativa*	*Calificación del criterio para la alternativa especifica*
Diseño Geométrico	9%	1. Longitud/Area Intervención	20%	A mayor intervención menor calificación	De las tres alternativas es la que requiere mayor área de intervención	25
		2. Movimiento de Tierras	20%	A mayor movimiento de tierras menor calificación	De las tres alternativas es la que requiere mayor volúmenes de intervención	50
		3. Solucion de movimientos en la Intersección	40%	A mayor número de soluciones en la intersección mejor calificación	Se solucionan todos los moviemientos en la intersección	100
		4. Uso de semaforización	20%	A mayor uso de semáforos menor calificación	No se requiere semáforos para la solución de moviemitnos vehiculares	100

Fuente: Elaboración Propia

Producto del análisis individual de cada alternativa, se realizó el análisis comparativo obteniendo la siguiente tabla de resultado:

5383

Tabla 18. Resultado Evaluación Criterios Geométricos

INTERSECCIÓN RESTREPO	
Nº	CALIFICACIÓN
A1	621,00%
A2	612,00%
A3	**675,00%**

CONCLUSIÓN La mejor alternativa para la intersección es A3

Fuente: Elaboración Propia

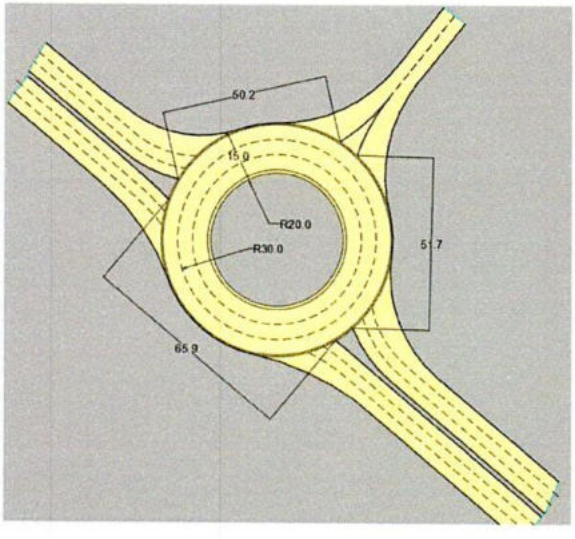
Es por lo anterior que las alternativas mixtas compuestas por glorietas y pasos elevados tipo puente se consideran más convenientes para implementar desde el componente de trazado y diseño geométrico.

6.4 Intersección Restrepo

A continuación, se relacionan los parámetros principales adoptados en el diseño de la glorieta Restrepo

La glorieta tiene tres carriles de 4.5 m, berma interna de 1.0 m y berma externa de 0.5 m.

Ilustración 10. Parámetros Intersección Restrepo



Fuente: Elaboración Propia

5384

Tabla 19. Parámetros Geométricos. Intersección Restrepo

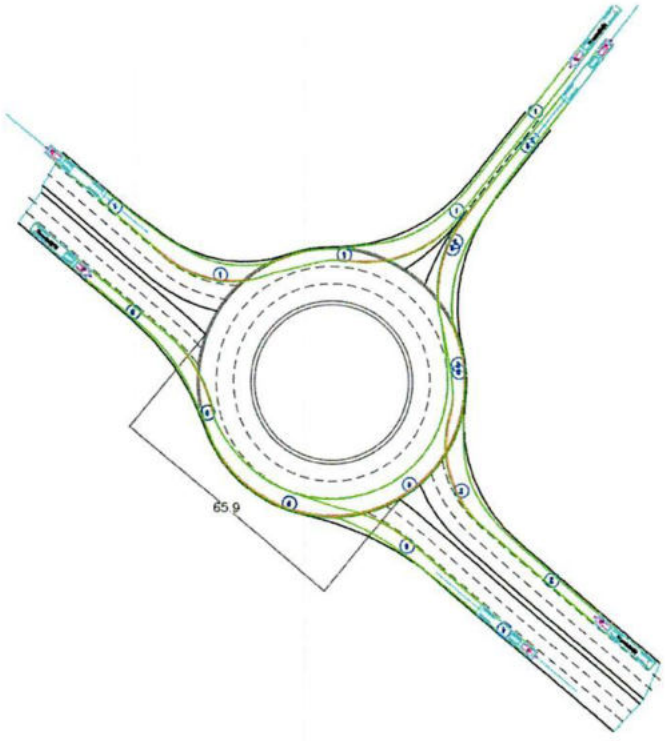
	UN	PARÁMETRO		
Radio Eje	m	30		
Ancho Entrecruzamiento W	m	15	15	15
Longitud Entrecruzamiento L	m	50,2	51,7	65,9
Relación W/L		0,30	0,29	0,23

Fuente: Elaboración Propia

6.4.1 Vehículo de Evaluación

Se ha realizado la modelación de las trayectorias de giro para el vehículo de diseño 3S2 (numeral 5.2 Vehículo de diseño Vehículo de diseño) para que la solución planteada genere las condiciones necesarias para la incorporación al proyecto y hacia las comunidades, como también, la posibilidad de realizar el giro de retorno

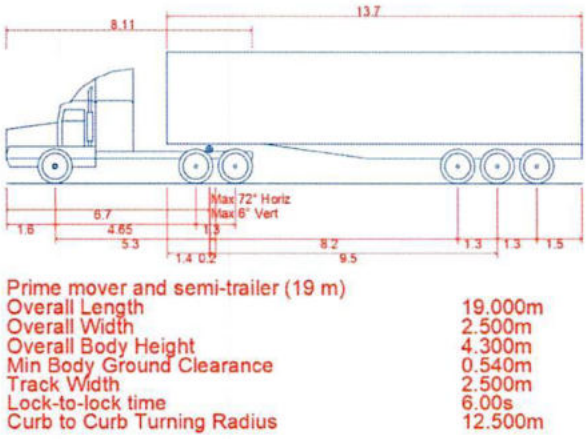
Ilustración 11. Trayectorias de Giro. Intersección Restrepo



Fuente: Elaboración Propia

5385

Ilustración 12 Especificaciones C3S2.



Prime mover and semi-trailer (19 m)	
Overall Length	19.000m
Overall Width	2.500m
Overall Body Height	4.300m
Min Body Ground Clearance	0.540m
Track Width	2.500m
Lock-to-lock time	6.00s
Curb to Curb Turning Radius	12.500m

Fuente: Elaboración Propia a partir de Autodesk Vehicle Tracking.

6.5 Bocacalles

Dadas las condiciones particulares en cada una de las bocacalles existentes en el tramo de diseño, así como la evidencia de limitaciones altimétricas prevalecientes en la infraestructura existente y que presentan retos para el diseño que requiere implementar diferentes criterios en cada una de ellas.

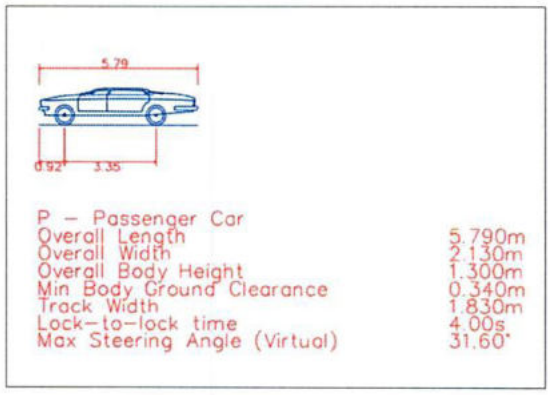
El desarrollo del diseño de esquinas debe favorecer en gran manera a todos los actores viales, en consideración que el Decreto 787 define criterios que en la mayoría de los casos dan prelación a los usuarios de medios no motorizados ya que son los actores viales más vulnerables. Finalmente, cabe citar que todo el trabajo de simulación de trayectorias requerido por el decreto se realizó con ayuda del software Autodesk Vehicle Tracking con diversos vehículos de diseño establecidos para cada bocacalle en particular.

6.5.1 Vehículos de Evaluación

Se establecieron dos vehículos para evaluación de las trayectorias de giro, a continuación, se presentan las especificaciones extraídas del software Autodesk Vehicle Tracking:

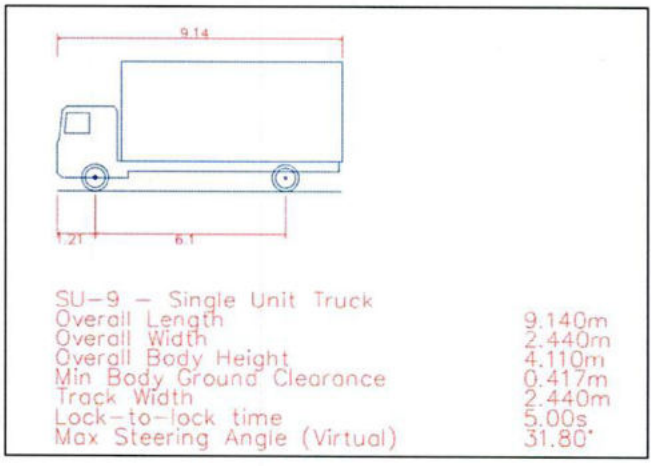
53386

Ilustración 13 Especificaciones Automóvil.



Fuente: Elaboración Propia a partir de Autodesk Vehicle Tracking.

Ilustración 14 Especificaciones Vehiculo SU-9.



Fuente: Elaboración Propia a partir de Autodesk Vehicle Tracking.

5382

7 CONCLUSIONES

- Las vías diseñadas garantizan un tránsito seguro y continuo por la zona, permitiendo las conectividades requeridas por los usuarios de la vía a viviendas y zonas de interés.

- El diseño geométrico presentado se ha desarrollado tomando como base estudios previos, términos de referencia, la aplicación de la normatividad, las recomendaciones emitidas por Secretaría de Planeación, Secretaría de Movilidad, interventoría y las diferentes entidades municipales involucradas en el proyecto.

- Para el desarrollo del componente de diseño geométrico se ha desarrollado una coordinación con las demás especialidades del proyecto con el fin de asegurar la integración de todos los componentes de estas.

8 REFERENCIAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials (2018). AASHTO 2018 - A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Washington DC: AASHTO.

- CAF, IDU (2015). GUÍA PARA EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS PARA BOGOTÁ D.C. Bogotá: CAF, IDU.

- Manual de diseño geométrico para carreteras INVIAS 2008, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009 del Ministerio de Transporte.

5388

GOBERNACIÓN DEL META

AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META
NIT. 900220547-5

AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META

"ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META"

CONSORCIO GIS-EAP-LLANO

INFORME AVANCE DE DIESÑO GEOMÉTRICO

TRAMO 2 – ETAPA 1

VERSION 0

10 de abril de 2026

BOGOTÁ D.C.

CONSORCIO GIS EAP LLANO,

Bogotá D.C. Calle 26 No. 69 – 63 oficina 408 Edificio Torre 26

Email: correspondenciaexternagiseapllano@grupogiscolombia.com

5385

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

FECHA	**VERSIÓN**	**PRESENTADO A**	**OBSERVACIONES**
10/04/2026	0	Interventoría	Entrega Informe Etapa 1 para revisión de Interventoría
10/04/2026	1	Interventoría	Atención observaciones Informe Etapa 1 para revisión de Interventoría. Comunicado CGELL-0367-26

CONSULTORÍA			
Firma			
Cargo		Especialista de Diseño Geométrico	Director del proyecto
Nombre		Ing. Camilo Alfaro Arias	Ing. Gustavo Montes
Matricula Profesional		25202-097222 CND	25202 – 07878 CND
VERSIÓN 1	**Fecha: 10-04-2026**	ELABORÓ	APROBÓ

5390

INTERVENTORÍA		
Firma		
Cargo	Especialista Diseño Geométrico	Director de Interventoría
Nombre	Ing. Miguel Ángel Salgado Pacheco	Ing. Andrés Felipe Mackenzie
Matricula Profesional	25202 - 097298 CND	25202 - 09086 CND

5391

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 8

2 OBJETIVOS 9

2.1 Objetivo General 9

2.2 Objetivos Específicos 9

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 11

4 MARCO NORMATIVO 13

5 METODOLOGÍA DE DISEÑO 14

5.1 Velocidad de Diseño 14

5.2 Vehículo de diseño 17

5.3 Diseño Horizontal 17

5.3.1 Radio Mínimo de Giro 17

5.3.2 Curvas de Transición 18

5.4 Diseño Vertical 20

5.4.1 Pendiente Longitudinal 20

5.4.2 Longitud Mínima 20

5.4.3 Curvas Verticales 21

5.5 Sección Transversal 22

5.5.1 Bombeo Normal 23

5.5.2 Peralte Máximo 24

5392

5.5.3 Rampa de Peralte 26
5.6 Intersecciones 28
6 TRAZADO VIAL 31
6.1 Descripción del Corredor 31
6.1.1 Alineamiento Horizontal 31
6.1.2 lineamiento Vertical 34
6.2 Sección Transversal 35
6.3 Análisis de Alternativas Intersecciones 36
6.3.1 Optimización de Intersecciones Existentes a Nivel 36
6.3.2 Intersección a Nivel Tipo Glorieta 36
6.3.3 Intersecciones Mixtas: Glorieta y Puentes 37
6.3.4 Matriz Multicriterio 38
6.4 Intersección Catama 41
6.4.1 Vehículo de Evaluación 42
6.5 Bocacalles 43
6.5.1 Vehículos de Evaluación 43
7 CONCLUSIONES 45
8 REFERENCIAS 45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de tramos relacionados en el anexo técnico del contrato 12
Tabla 2. Jerarquización Vial: Características y Restricciones 14

3393

Tabla 3. Radios mínimos para peralte máximo emáx = 4% y fricción máxima 18

Tabla 4. Longitud mínima de la espiral 19

Tabla 5. Longitud mínima de la tangente vertical 20

Tabla 6. Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales 21

Tabla 7. Bombeo de la calzada 23

Tabla 8.Radios mínimos para peralte máximo emáx 4% y fricción máxima 24

Tabla 9.Radios mínimos y peralte para calles de baja velocidad en áreas urbanas 25

Tabla 10. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes 27

Tabla 11.Resumen de parámetros de diseño. 28

Tabla 12.Tipo de empalme por cada PI. Eje N-S. 32

Tabla 13. Tipo de empalme por cada PI. Eje S-N. 32

Tabla 14 Descripción Alternativas 39

Tabla 15. Evaluación Criterios Geométricos Int Catama Alternativa 1 39

Tabla 16. Evaluación Criterios Geométricos Int Catama Alternativa 2 40

Tabla 17. Evaluación Criterios Geométricos Int Catama Alternativa 3 40

Tabla 18. Resultado Evaluación Criterios Geométricos 41

Tabla 19. Parámetros Geométricos. Intersección Catama 42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 localización Av. el Llano Tramo 1, 2 y 3 11

Ilustración 2 Vehículo de Diseño Tipo 3S2 17

Ilustración 3. Esquema General. Alineamiento en Planta 33

5394

Ilustración 4. Esquema General. Alineamiento en Perfil 34
Ilustración 5. Sección Típica 35
Ilustración 6. Alternativa 1 Intersección Catama 36
Ilustración 7. Alternativa 2 Intersección Catama 37
Ilustración 8. Alternativa 3 Intersección Catama 38
Ilustración 9. Parámetros Intersección Catama 41
Ilustración 10. Trayectorias de Giro. Intersección Catama 42
Ilustración 11 Especificaciones C3S2. 43
Ilustración 12 Especificaciones Automóvil. 44
Ilustración 13 Especificaciones Vehículo SU-9 44

Bogotá D.C. Calle 26 No. 69 – 63 oficina 408 Edificio Torre 26

Email: correspondenciaexternagiseapllano@grupogiscolombia.com

3395

INFORME DISEÑO GEOMÉTRICO

CONTRATO DE CONSULTORÍA AIM NO. 393 DE 2025

MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META

1 INTRODUCCIÓN

Dentro del desarrollo del CONTRATO DE CONSULTORÍA AIM NO. 393 DE 2025 celebrado entre la Agencia de Infraestructura del Meta, AIM, y el Consorcio GIS-EAP-LLANO, se ejecuta la consultoría para realizar los "ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META".

La ejecución de las actividades de Consultoría están orientadas realizar las actividades de topografía correspondientes a georreferenciación, nivelación de precisión, levantamiento de detallado de áreas, investigación de redes secas e hidrosanitarias del corredor y demás actividades a fin obtener los estudios topográficos georreferenciados y detallados del tramo 1 – Glorieta del Barrio La Grama (no incluida la glorieta) con Intersección vial con la Avenida del llano (Transversal 24) hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B; tramo 2 – Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25 y tramo 3 – Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25 hasta Avenida del llano (Calle 31 - Avenida 40) con intersección vial con la Carrera 33.

En atención al área de intervención, lo establecido en el anexo técnico del contrato y la normatividad vigente, se elabora el diseño geométrico para los tramos 1, 2 y 3; con el desarrollo de actividades que comprenden visitas técnicas a terreno, análisis y verificación de la información existente, asistencia a reuniones con entidades municipales, acuerdos y reuniones interdisciplinarias para proponer mejores y óptimas alternativas de diseño.

Atendiendo lo anterior en adelante este documento presenta el informe para la etapa 1 del tramo 2, que describe las actividades ejecutadas en campo y oficina para realizar los diseños geométricos que deriven en la generación del insumo final para las demás áreas o especialidades de la consultoría y así lograr la entrega final de los estudios y diseños de las diferentes etapas de proyecto establecidas en el contrato y anexo técnico.

5396

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Elaborar y presentar los estudios y diseños técnicos del componente de diseño geométrico de acuerdo con la normativa vigente y atendiendo las necesidades de operación requeridas para el proyecto, a través de una solución geométrica cómoda y segura para el usuario, con el fin de facilitar la ejecución de los trabajos necesarios para llevar a cabo el objeto del proyecto "**ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META**" contrato de consultoría No. AIM No. 393 DE 2025, de acuerdo con los términos de referencia establecidos en los anexos técnicos y normativa adoptada, con la participación de un equipo profesional idóneo, como insumo fundamental en el desarrollo del contrato en consideración de las diferentes especialidades que intervienen en el desarrollo de los estudios y diseños de la presente consultoría.

2.2 Objetivos Específicos

- Definir los parámetros mínimos requeridos de diseño según las características específicas del proyecto, definiciones de los apéndices técnicos e información recopilada de estudios previos.

- Desarrollar el diseño geométrico para Avenida al Llano desde la Glorieta del Barrio La Grama (no incluida en el diagnóstico) hasta carrera 23 con calle 37 B, siguiendo los lineamientos establecidos en el Anexo 1 Anexo Técnico, integrando la información de diseño de las demás disciplinas involucradas que forman parte del proyecto

- Elaborar un diseño geométrico que cumpla con estándares técnicos y normativos requeridos que garanticen la eficiencia, seguridad y funcionalidad del proyecto.

2.3. Objetivos específicos por tramo del proyecto

En atención a lo establecido en los términos de referencia y con el fin de delimitar claramente el objeto del estudio de diseño geométrico, a continuación, se presentan los objetivos asociados a cada uno de los tramos del proyecto:

TRAMO 1

Mejoramiento del Tramo Uno de la avenida al llano desde La Glorieta del barrio La Grama hasta la carrera 23 con calle 37 B, en el municipio de Villavicencio, Meta.

539

TRAMO 2

Mejoramiento del Tramo Dos de la avenida al llano desde la carrera 23 con calle 37 B hasta la carrera 23 con carrera 25, en el municipio de Villavicencio, Meta.

TRAMO 3

Mejoramiento del Tramo Tres de la Avenida al llano desde la Carrera 23 con Carrera 25 hasta la calle 31 – Avenida 40 con intersección vial con la Carrera 33, en el municipio de Villavicencio, Meta.

En este documento se hace entrega del diseño en etapa 1 para el tramo 1

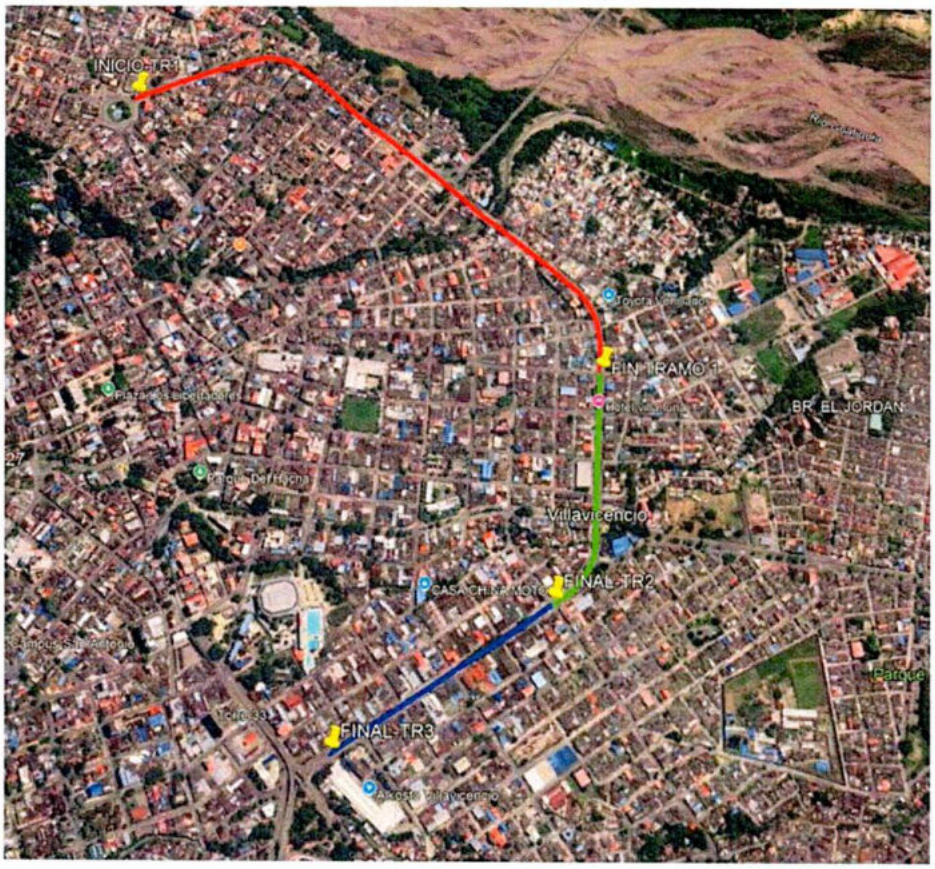
5398

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto denominado **"ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META"**, se encuentra localizado en el municipio de Villavicencio capital del departamento del Meta.

El corredor vial corresponde al sector de La Avenida del Llano, la cual transcurre dentro del área urbana del municipio de Villavicencio en la zona de la Comuna 3, iniciando en la Glorieta de la Grama en el sector del barrio el Emporio, desarrollando en adelante sobre la Transversal 24, barrio Brisas del Guatiquía, carrera 23, San Isidro, Industrial, calle 31-Avda 40, barrio Porvenir, finalizando en la intersección con la Cra 33.

Ilustración 1 localización Av. el Llano Tramo 1, 2 y 3



Fuente: Elaboración Propia.

5399

Tabla 1 Descripción de tramos relacionados en el anexo técnico del contrato

Tramo	Descripción	Georreferenciación	Longitud (m)
Tramo 1	Glorieta del Barrio La Grama (no incluida la glorieta) con Intersección vial con la Avenida del llano (Transversal 24) hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B	Inicio 4°09'28.4"N - 73°38'16.7"W Fin 4°09'07.5"N - 73°37'42.2"W	1450 m
Tramo 2	Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25	Inicio 4°09'07.5"N - 73°37'42.2"W Fin 4°08'50. 7"N - 73°37'46.1 "W	560 m
Tramo 3	Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25 hasta Avenida del llano (Calle 31 - Avenida 40) con intersección vial con la Carrera 33.	Inicio 4°08'50.7"N - 73°37'46.1 "W Fin 4°08'40.5"N - 73°38'01.3"W	560 m
	TOTAL		**2570 m**

Fuente: Elaboración Propia.

La Avenida del Llano, en los tres sectores objeto del estudio, corresponde al antiguo corredor de paso nacional que permite la conexión regional del municipio de Villavicencio a vías de carácter nacional como las rutas 40MTA, Alternas a la Transversal Buenaventura - Villavicencio -Puerto Carreño, en su sector Bogotá-Villavicencio, 6510, Troncal Villagarzon – Saravena, Sector Villavicencio, Barranca de Upia, 4007, Transversal Buenaventura Villavicencio - Puerto Carreño, en el sector Villavicencio – Puerto López, y la ruta 6509, Troncal Villagarzon – Saravena, en el sector Villavicencio Acacias, convirtiéndose en un eje fundamental para la conexión e integración intraurbana, urbano- rural, regional y departamental.

La Avenida El Llano, constituye, además, una vía urbana de vital importancia para la conectividad entre zonas residenciales, comerciales y de servicios. El tramo comprendido entre la Glorieta La Grama y el frente del centro comercial Alkosto se ha consolidado como un corredor estratégico para la movilidad local, el comercio formal e informal, y la interacción social de los habitantes del sector.

Actualmente, esta vía presenta condiciones de infraestructura que limitan su funcionalidad y seguridad. La ausencia de andenes adecuados, la falta de iluminación eficiente, el deterioro del

5400

pavimento y la carencia de señalización clara han generado un entorno poco favorable para el tránsito peatonal y vehicular. Estas deficiencias afectan directamente la calidad de vida de los residentes, reducen la competitividad comercial del área y aumentan los riesgos de accidentalidad.

Evaluar una intervención que contemple la construcción de andenes amplios y seguros, la subterranización de redes de servicios públicos, y la optimización de la señalización horizontal y vertical. Estas mejoras que no solo respondan a necesidades técnicas, sino que también apunten a generar un entorno más seguro, accesible e inclusivo.

En el plano social, se prevé una mejora sustancial en la seguridad ciudadana, gracias a la reorganización del espacio público y la incorporación de elementos que favorecen la visibilidad y el control urbano. La inclusión de infraestructura accesible permitirá la participación de personas con movilidad reducida, fortaleciendo el tejido comunitario y promoverá la equidad en el uso del espacio urbano.

Desde la perspectiva de la movilidad, el proyecto facilitará el tránsito peatonal, fomentando el uso de medios de transporte sostenibles y contribuyendo a la reducción de la congestión vehicular.

En cuanto al impacto económico, se anticipa un dinamismo renovado en el entorno comercial. El mejoramiento de la infraestructura atraerá mayor flujo de visitantes, incrementará la valorización de los predios circundantes y estimulará nuevas inversiones, consolidando este tramo como un eje estratégico para el desarrollo urbano de Villavicencio.

4 MARCO NORMATIVO

Para el desarrollo del estudio de trazado y diseño geométrico del proyecto, se utilizará la siguiente normativa:

- Manual de Diseño Geométrico del INVIAS del 2008: Este documento será la principal referencia normativa y se regirá de acuerdo con la Resolución del Ministerio de Transporte No. 000744 del 4 de marzo de 2009. Contiene los lineamientos y criterios técnicos para el diseño geométrico de vías en Colombia.

En caso de que sea necesario complementar la normativa, se emplearán las siguientes Guías de referencia:

- Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. – CAF, IDU,Universidad Nacional de Colombia 2015: Esta guía será utilizada como referencia complementaria, especialmente en casos donde las condiciones urbanas específicas de Bogotá requieran criterios adicionales o distintos a los establecidos en el Manual del INVIAS.

- A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO 2018: Esta guía

internacional será empleada como complemento en situaciones particulares donde se requiera considerar criterios de diseño más actualizados o específicos que no estén contemplados en la normativa nacional.

Es importante destacar que estas guías de referencia se utilizarán para complementar el Manual del INVIAS, y en casos donde sea aplicable por condiciones especiales y particulares se adoptarán criterios de estas. Sin embargo, el Manual del INVIAS y su resolución asociada serán la base principal para el diseño geométrico del proyecto.

5 METODOLOGÍA DE DISEÑO

5.1 Velocidad de Diseño

Con base en las características definidas para la operación del corredor vial, así como las condiciones iniciales de operación por tipo de vía, definidas dentro del Plan de Ordenamiento Territorial y según la normatividad vigente, se ha adoptado una velocidad de 50km/h para el dimensionamiento de los elementos mínimos del corredor y de 30km/h en intersecciones. No obstante, es preciso tener en cuenta que dicha velocidad se ve restringida por el número de intersecciones semaforizadas que se presentan. En el caso de las bocacalles, se considerará una velocidad de diseño de 20km/h.

Tabla 2. Jerarquización Vial: Características y Restricciones

CLASIFICACION FUNCIONAL	JERARQUIA	ANCHO MIN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	TIPO DE TRAFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	PARADA DE BUSES	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)	USO
Malla Vial Arterial Regional y Principal	V0	100	V. Livianos V.Ppesado V.emergencia V. 14ías14edores y servicio Tpte. Masivo	Total	A desnivel	Con exclusividad en estaciones y terminales debidamente diseñados	60-100	

CLASIFICACION FUNCIONAL	JERARQUIA	ANCHO MIN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	TIPO DE TRAFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	PARADA DE BUSES	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)	USO
	V1	60	V. Livianos V.Ppesado V.emergencia V. 15ías15edores y servicio Tpte. Masivo	Total	A desnivel	Con exclusividad en estaciones y terminales debidamente diseñados	60-100	
Malla Vial Arterial Complementaria	V2	40	V. Livianos V.Pesado con 15ías15edores15s V.emergencia V. 15ías15edores y servicio Tpte. Masivo Tpte.Público	Total o parcial	Según estudios	Con exclusividad y en estaciones y terminales debidamente diseñados o mediante bahías y/o zonas de parada si el ascenso y descenso de pasajeros es sobre el andén.	40-60	Corredor principal
	V3	25-30	V. Livianos V.Pesado con 15ías15edores15s V.emergencia V. 15ías15edores y servicio Tpte. Masivo Tpte.Público	Parcial	Según estudios	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	40-60	
Malla vial	V4	22	V. Livianos V.emergencia V.	Según análisis	Según análisis	Sobre carril de circulación o con bahía, según	30-60	

5403

CLASIFICACION FUNCIONAL	JERARQUIA	ANCHO MIN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	TIPO DE TRAFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	PARADA DE BUSES	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)	USO
			16ías16edores y servicio Tpte.Público			estudios de tránsito y seguridad vial.		
	V5	18	V. Livianos V.emergencia V. 16ías16edores y servicio Tpte.Público	Según análisis	Según análisis	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	30-60	
	V6	16	V. Livianos V.emergencia V. 16ías16edores y servicio Tpte.Público	Ninguno	Según análisis	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	30-60	
Malla vial Local	V7	13	V. Livianos V.emergencia V. 16ías16edores y servicio	NA	A nivel	Sujeto a consulta con la comunidad	<30	
	V8	10	V. Livianos V.especiales	NA	A nivel	Sujeto a consulta con la comunidad	<30	Intersecciones
Vías Peatonales	V9	8	Peatones	NA	NA	Prohibido	NA	

Fuente: Tabla 2 de la guía de diseño de vías urbanas para Bogotá D.C.

5404

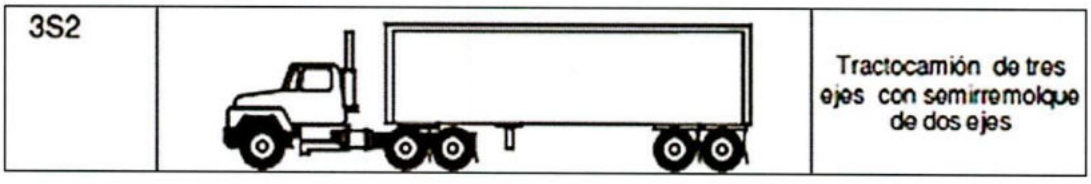
5.2 Vehículo de diseño

Con base en las características funcionales de la vía del proyecto se utilizará como vehículo tipo de diseño 3S2. Para su selección se tuvo en cuenta las características y funcionalidad de la vía.

De acuerdo a la configuración de los vehículos y según lo establece la Resolución del Ministerio de Transporte 2888 de 2005, adicionado en su artículo 2°, se usan las siguientes dimensiones:

- Ancho Máximo: 2.6 m
- Altura Máxima: 4.4 m
- Longitud Máxima 18.5 m

Ilustración 2 Vehículo de Diseño Tipo 3S2



Fuente: Resolución del Ministerio de Transporte 4100 de 2004.

5.3 Diseño Horizontal

5.3.1 Radio Mínimo de Giro

Para el caso de vías urbanas, los peraltes máximos recomendados son del 4% y el 6% cuando las calzadas vehiculares estén condicionadas por la franja lateral de espacio público y consiguientemente el acceso a predios, debido a las condiciones urbanas del proyecto se adopta un valor de peralte máximo del 4%.

Para las velocidades establecidas en las calzadas (50 km/h), se adopta un radio mínimo de 86m, Según las velocidades manejadas en las intersecciones de 30 km/h, se adopta un radio mínimo de 22 m.

En Bocacalles de bajas velocidades (20Km/h) se adopta el valor de 15m.

5405

Tabla 3. Radios mínimos para peralte máximo emáx = 4% y fricción máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Vch)(Km/h)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL f tmax	RADIO MÍNIMO REDONDEADO (m)
		emax=4.0%
20	0.35	15
30	0.28	22
40	0.23	47
50	0.19	86
60	0.17	135

Fuente: Elaboración propia a partir de manual de diseño geométrico de carreteras y AASHTO.

5.3.2 Curvas de Transición

De acuerdo con la importancia del presente proyecto vial, se contempla el uso de curvas de transición para el diseño de las calzadas principales del corredor, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Las entretangencias entre dos curvas espirales diferente sentido puede ser cero.
- Las espirales proporcionan un camino fácil de seguir para los conductores, dado que la fuerza centrípeta aumenta y disminuye gradualmente.
- La longitud de la espiral puede ser usada para proporcionar una adecuada transición de los peraltes.
- La apariencia de la vía se ve mejorada por la aplicación de las espirales, disminuyendo los quiebres que se notan al inicio y fin de cada curva circular.

➢ Longitud mínima de la espiral en condición critica

El parámetro mínimo de la clotoide (A mín.), se establece con base en el estudio y análisis de tres criterios relacionados, con la comodidad y seguridad del usuario de la vía. El valor del parámetro de

5406

diseño se tomará de acuerdo con la envolvente superior de los valores determinados para cada uno de los criterios establecidos.

- Criterio I. Variación uniforme de la fuerza centrífuga (J).

- Criterio II. Limitación por transición del peralte, en la determinación de los valores del parámetro mínimo, se tendrá en cuenta la inclinación máxima permitida de la rampa de peraltes (Δs) (Tabla 11). Así mismo, la distancia del eje de giro al borde de calzada (a), la cual toma el valor de 3,5 m.

- Criterio III. Condición de percepción y de estética, la longitud de la curva de transición ha de ser suficiente para que se perciba de forma clara el cambio de curvatura, orientando adecuadamente al conductor y creando alineamientos armoniosos. Para ello, es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

  - Criterio III.1. Se asume el disloque mínimo de 0,25 m.
  - Criterio III.2. Ángulo de giro de la espiral mínimo de 3 grados.

De lo anterior se tiene que, dependiendo del radio de curvatura mínimo para cada una de las velocidades de diseño, con peralte de 4,0% la longitud de espiral mínima tendrá las longitudes descritas en la siguiente tabla.

Tabla 4. Longitud mínima de la espiral

Velocidad de Diseño (km/h)	CRITERIO N°1	CRITERIO N°2	CRITERIO N°3		Le Mínima (m)
	A mínima	A mínima	CRITERIO N°3.1	CRITERIO N°3.2	
			A mínima	A mínima	
20	13.22	10.37	9.49	1.57	13.22
30	16.02	8.75	15.35	6.8	16.68
40	39.48	12.53	26.28	13.92	22.24
50	53.91	16.98	41.47	25.56	27.80

Fuente: Elaboración propia a partir de manual de diseño geométrico de carreteras

5402

5.4 Diseño Vertical

5.4.1 Pendiente Longitudinal

El diseño de rasante de las vías debe estar vinculado de tal manera que se garantice el valor mínimo para la pendiente longitudinal descrita en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, el cual sostiene que este valor está determinado por las condiciones de drenaje.

La pendiente mínima establecida por el Manual de diseño es de 0,5% como pendiente mínima recomendada y 0,3% para el diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseada, teniendo en cuenta que se podrán proyectar pendientes menores siempre y cuando sean justificadas.

Con relación a la pendiente longitudinal máxima de diseño, se establece bajo el criterio del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras que para vías con velocidad de 50 km/h es de 10%.

Para el caso de las intersecciones según las velocidades manejadas, la pendiente longitudinal máxima de diseño es 12% para 30 km/h, para bocacalles de malla vial local se adopta una pendiente máxima del 18% para 20 Km/h según la guía de diseño urbano del IDU.

5.4.2 Longitud Mínima

La longitud mínima de las tangentes verticales con velocidad específica mayor a cuarenta kilómetros por hora (40km/h) no podrán tener una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos (10 s). Para el diseño con una velocidad especifica de 50 km/h y en intersecciones de 30 km/h la longitud mínima de tangencia vertical es de 140m y 60m respectivamente. Para Bocacalles una longitud de 40m.

Tabla 5. Longitud mínima de la tangente vertical

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL VTV (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.4.3 Curvas Verticales

Los criterios para la selección de la longitud de la curva vertical que a continuación se indican son aplicables para las curvas simétricas y asimétricas:

- Criterio de seguridad

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada (DP). Es pertinente manifestar que en algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales que satisfagan la distancia de visibilidad de adelantamiento (Da).

- Criterio de operación

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

- Criterio de drenaje

Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana dificultando el drenaje de la calzada.

De acuerdo con la longitud mínima de la curva vertical será de 30 m para las vías con velocidad de 50 km/h. Adicionalmente se cumplirán con los valores del parámetro K asociados al tipo de curva a implementar.

En el caso de las intersecciones, la longitud mínima de la curva vertical será de 20 m para las vías con velocidad de 30 km/h.

Tabla 6. Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales

VELOCIDAD ESPECÍFICA Vcv(km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE Kmin				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1	2.1	3	20
30	35	1.9	2	5.1	6	20
40	50	3.8	4	8.5	9	24
50	65	6.4	7	12.2	13	30
60	85	11	11	17.3	18	36
70	105	16.8	17	22.6	23	42
80	130	25.7	26	29.4	30	48
90	160	38.9	39	37.6	38	54
100	185	52	52	44.6	45	60
110	220	73.6	74	54.4	55	66
120	250	95	95	62.8	63	72
130	285	123.4	124	72.7	73	78

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.5 Sección Transversal

- Carriles: Para el carril externo (tránsito de buses y camiones) se considera un ancho mínimo de carril de 3,5m y el carril central y el interno (vehículos livianos) se considera un ancho

mínimo de carril de 3,2m.

Se dispone, además, un separador, entre calzadas de ancho mínimo de 1,5m en el tramo 2.

La sección transversal típica está conformada de acuerdo con los siguientes parámetros:

TRAMO 2

• Calzada de 9.90m

  • Un (1) carril de 3.50m externo.

  • Dos (2) carriles de 3.20 m (central e interno)

• Ancho de separador central de calzadas: 1.5 m aprox

GLORIETA

Etapa 1: tres carriles de 4.5 m, berma interna de 1.0 m y berma externa de 0.5 m

5.5.1 Bombeo Normal

Es la inclinación transversal que debe tener la calzada en entretangencias horizontales, y se define dependiendo del tipo de superficie de rodadura. Para las vías del proyecto se seleccionó un bombeo normal del 2%; la dirección del bombeo es al exterior de las calzadas.

Tabla 7. Bombeo de la calzada

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

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.5.2 Peralte Máximo

Para el desarrollo del peralte se han adoptado los lineamientos establecidos en los Manuales de referencia, por medio del uso de los métodos 2 y 5 para la determinación del valor mínimo requerido de peralte en función del radio de curvatura del elemento geométrico.

En el método 2 usa la fricción lateral para sostener toda la aceleración lateral hasta la curvatura correspondiente al factor máximo de fricción lateral, y este factor máximo de fricción lateral está disponible en todas las curvas más cerradas. En este método, el peralte se introduce solo después de haber utilizado la fricción lateral máxima. Por lo tanto, no se necesita peralte en curvas más planas que requieren menos que la fricción lateral máxima para los vehículos que viajan a la velocidad de diseño Cuando se necesita peralte, esta aumenta rápidamente a medida que las curvas con fricción lateral máxima se vuelven más cerradas. Debido a que este método depende completamente de la fricción lateral disponible, su uso generalmente se limita a calles y carreteras de baja velocidad. Este método es particularmente adecuado en calles urbanas de baja velocidad donde, debido a diversas restricciones, frecuentemente no se puede proporcionar peralte.

Por otra parte, el método 5 el peralte y la fricción lateral están en una relación curvilínea con el inverso del radio de la curva y es el más utilizado para el diseño de carreteras.

Teniendo en consideración lo anterior y basados en el método 5, se presentan los radios mínimos para las velocidades establecidas de 50 km/h, 30 km/h en intersecciones y 20 km/h en el caso de las bocacalles, considerando un peralte máximo del 4%. Esto teniendo en cuenta que para vías urbanas es el recomendado, adicional a las condicionantes de empalmes con las calzadas principales y las franjas de espacio público.

Tabla 8.Radios mínimos para peralte máximo emáx 4% y fricción máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Vch)(Km/h)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL f tmax	RADIO MÍNIMO REDONDEADO (m)
		emax=4.0%

5412

20	0.35	15
30	0.28	22
40	0.23	47
50	0.19	86
60	0.17	135

Fuente: Elaboración propia a partir de manual de diseño geométrico de carreteras y AASHTO

Por otro lado, a continuación, se presentan los valores asociados a los radios mínimos y peraltes por medio del método 2, el cual se aplica en las situaciones en las que no es posible lograr alcanzar el valor de peralte resultante del análisis por el método 5, por restricciones del acceso a predios y empalme con bocacalles, debido a las condiciones urbanas del proyecto.

Tabla 9.Radios mínimos y peralte para calles de baja velocidad en áreas urbanas

e(%)	Vd=20 Km/h	Vd=30 Km/h	Vd=40 Km/h	Vd=50 Km/h	Vd=60 Km/h	Vd=70 Km/h
	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)
-3.0	10	28	63	123	202	322
-2.8	10	28	62	122	200	316
-2.6	10	28	62	120	197	311
-2.4	10	28	61	119	194	306
-2.2	10	27	61	117	192	301
-2.0	10	27	60	116	189	297
-1.5	9	27	59	113	183	286

e(%)	Vd=20 Km/h	Vd=30 Km/h	Vd=40 Km/h	Vd=50 Km/h	Vd=60 Km/h	Vd=70 Km/h
	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)
0	9	25	55	104	167	257
1.5	9	24	51	96	153	234
2.0	9	24	50	94	149	227
2.2	8	23	50	93	148	224
2.4	8	23	50	92	146	222
2.6	8	23	49	91	145	219
2.8	8	23	49	90	143	217
3.0	8	23	48	89	142	214
3.2	8	23	48	89	140	212
3.4	8	23	48	88	139	210
3.6	8	22	47	87	138	207
3.8	8	22	47	86	136	205
4.0	8	22	47	86	135	203

Fuente: AASTHO a policy on geometric design of highways and Street,2018.

5.5.3 Rampa de Peralte

Se define la rampa de peraltes, como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de esta.

Se presentan los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para la rampa de peraltes recomendados por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 10. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes

VELOCIDAD ESPECIFICA (Vch)(Km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTE Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1 x a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	

130	0.38	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.6 Intersecciones

Dentro del proyecto, se encuentra ubicada la intersección Catama para la cual, se establece una velocidad de diseño de ramales entre 20 y 30 km/h según las condiciones y características propias de cada una.

Así mismo, los anchos de calzada de los ramales corresponden a los anchos de calzada diseñados para el corredor central y a los demás anchos de calzadas existentes.

En la Tabla 11.Resumen de parámetros de diseño. se presenta el cuadro resumen de los parámetros de diseño seleccionados para el diseño geométrico para el corredor del proyecto.

Tabla 11.Resumen de parámetros de diseño.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
TIPO DE VÍA		Malla Vial Principal
VELOCIDAD DE OPERACIÓN		
Corredor Principal	Km/h	50
Zonas sensibles	Km/h	30
Bocacalles	Km/h	20
TIPO DE CURVA DE ACUERDO CON EL ANGULO DE DEFLEXION		
0°-2°		Sin concatenación

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
2°-6°		Circular
6°-20°		Espiral-Espiral
>20°		Espiral-Curva-Espiral
Radio mínimo Calzadas principales	m	86
Longitud de curva	m	27.8
Longitud de espiral		Criterio II Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS
Entretangencias de diseño horizontal	m	30
Peralte máximo	%	4.0
Rampas de peralte máxima	%	0.77
Longitud mínima de espiral	m	27.78
Pendiente longitud mínima	%	0.30%
Pendiente longitud máxima	%	8,0%
Longitud mínima de Curva vertical	m	30m en el Corredor, 20m en zonas especiales, 12m en Bocacalles
K mín (Corredor Principal)		C. Convexa: 7,0. C. Cóncava: 13,0
K min (Bocacalles)		Según la particularidad del acceso.
ANCHO DE CARRIL		

5412

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Calzadas principales - Tramo 1	m	9.90 (3,50+3,20+3.20).
ANCHO DE SEPARADOR CENTRAL		
Tramo 1	m	1,5

Fuente: Elaboración Propia

5418

6 TRAZADO VIAL

6.1 Descripción del Corredor

6.1.1 Alineamiento Horizontal

Por tratarse de la elaboración y desarrollo del diseño geométrico de una calzada existente, el planteamiento horizontal se realizó a partir de la geometría actual de la misma, teniendo en cuenta restricciones del acceso a predios y empalme con bocacalles, debido a las condiciones urbanas del proyecto. Sin embargo, con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos del Apéndice Técnico, fue necesario realizar correcciones geométricas en aras de implementar una vía con parámetros en planta para una velocidad de 50 km/h, adaptarse a las exigencias del entorno urbano del corredor existente.

El tramo 1 está compuesto por aproximadamente 1.45 kilómetros con dos calzadas de flujo vehicular, que se denominaron de la siguiente manera:

- Calzada N-S (Occidental)
- Calzada S-N (Oriental)

Cada una de las calzadas cuenta con un eje de diseño independiente.

- **Calzada Sentido N-S:** Dentro del desarrollo se presentan 2 puntos de Intersección Horizontales los cuales se presentan en la Tabla 12 de los cuales cabe resaltar lo siguiente:
  - Para los PI que entran o salen a glorieta, se ha implementado empalme circular simple (No hay en este tramo)
  - Para los PI con ángulos de deflexión menores a 20° se han implementado empalmes de tipo Espiral-Espiral (PI 1).
  - Para los PI con ángulos de deflexión de 2° o menos (No hay en este tramo) se ha prescindido de elementos de curvatura, toda vez que son deflexiones menores que no representan cambios bruscos en el alineamiento principal, ni riesgos en la operación para los usuarios.
  - Para los PI con ángulos de deflexión mayores a 20° se han implementado empalmes de tipo Espiral-Circulo -Espiral (PI 2).

Tabla 12.Tipo de empalme por cada PI. Eje N-S.

PI	TIPO	Δ
INICIO		
1	EE	12°13'0.52"
2	ECE	34°15'36.87"
FIN		

Fuente: Elaboración Propia

Se aclara que dado que en la ubicación de la glorieta Catama el corredor presenta una discontinuidad, este sector no se analiza como un PI del alineamiento propiamente dicho

- **Calzada Sentido S-N:** Dentro del desarrollo se presentan 2 Puntos de Intersección Horizontales los cuales se presentan en la Tabla 13 de los cuales cabe resaltar lo siguiente:
  - Para los PI que entran o salen a glorieta, se ha implementado empalme circular simple (No hay en este tramo)
  - Para los PI con ángulos de deflexión menores a 20° se han implementado empalmes de tipo Espiral-Espiral (PI 1).
  - Para los PI con ángulos de deflexión de 2° o menos (No hay en este tramo) se ha prescindido de elementos de curvatura, toda vez que son deflexiones menores que no representan cambios bruscos en el alineamiento principal, ni riesgos en la operación para los usuarios.
  - Para los PI con ángulos de deflexión mayores a 20° se han implementado empalmes de tipo Espiral-Circulo -Espiral (PI 2).

Tabla 13. Tipo de empalme por cada PI. Eje S-N.

PI	TIPO	Δ
INICIO		
1	EE	12°37'31.16"

5420

2	ECE	34°15'36.87"
FIN		

- **Fuente:** Elaboración Propia

Se aclara que dado que en la ubicación de la glorieta Catama el corredor presenta una discontinuidad, este sector no se analiza como un PI del alineamiento propiamente dicho

A continuación, se presenta el esquema general del alineamiento en planta del proyecto.

Ilustración 3. Esquema General. Alineamiento en Planta



Fuente: Elaboración Propia

6.1.2 lineamiento Vertical

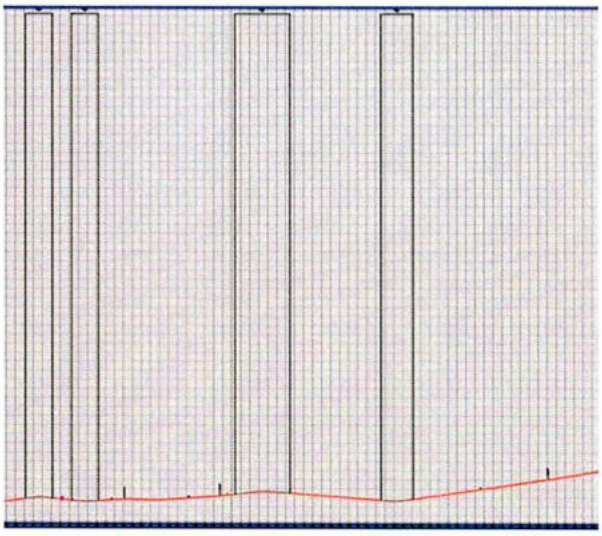
Con el objetivo de evitar diferencias de nivel significativas y garantizar una adecuada uniformidad entre las calzadas, así como cumplir con las normativas verticales para una velocidad de 50 km/h, se ha llevado a cabo el diseño altimétrico del corredor vial.

Este diseño se ha desarrollado considerando pendientes longitudinales que oscilan entre el 0,3% y el 7,0%, a fin de facilitar el acceso de los usuarios y asegurar una operación eficiente de los diferentes vehículos. Se ha prioridad y especial atención a mantener pendientes superiores al 0,5% a lo largo del corredor para garantizar un adecuado drenaje. Sin embargo, debido a limitaciones derivadas de la existencia de niveles y pendientes preexistentes en intersecciones, propiedades adyacentes y condiciones particulares de la zona urbana, se han considerado pendientes en algunos sectores mínimas del 0,3%, conforme a lo establecido normativamente para minimizar la afectación y garantizar accesos existentes. Asimismo, se han diseñado curvas en quiebres con diferencias algebraicas de pendientes longitudinales superiores al 1% que cumplen con parámetros que permiten velocidades de hasta 50 km/h.

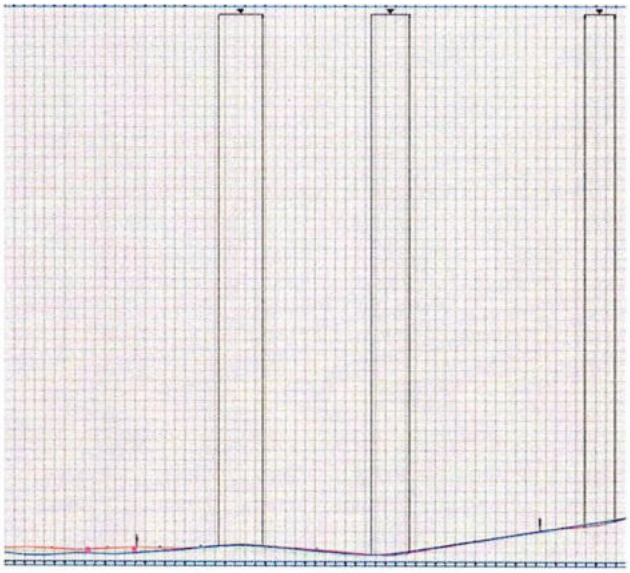
Este enfoque busca optimizar la funcionalidad y seguridad del corredor vial, adaptándose de la manera más precisa a las condiciones específicas del entorno urbano y a las necesidades del sistema de transporte.

A continuación, se presenta el esquema general del alineamiento en perfil de las calzadas del proyecto.

Ilustración 4. Esquema General. Alineamiento en Perfil



5422

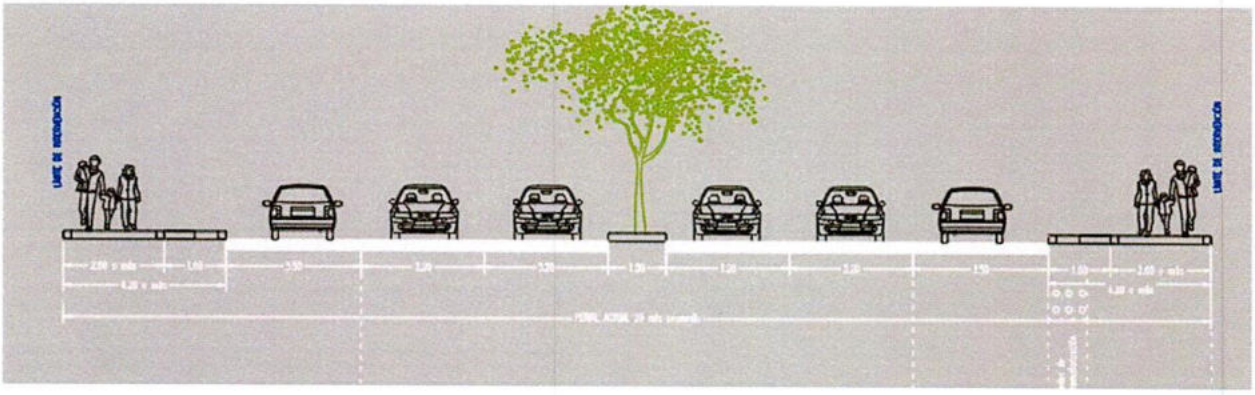


Fuente: Elaboración Propia

6.2 Sección Transversal

A continuación, se presenta el esquema general de la sección transversal en las calzadas del proyecto

Ilustración 5. Sección Típica



Fuente: Elaboración Propia

6.3 Análisis de Alternativas Intersecciones

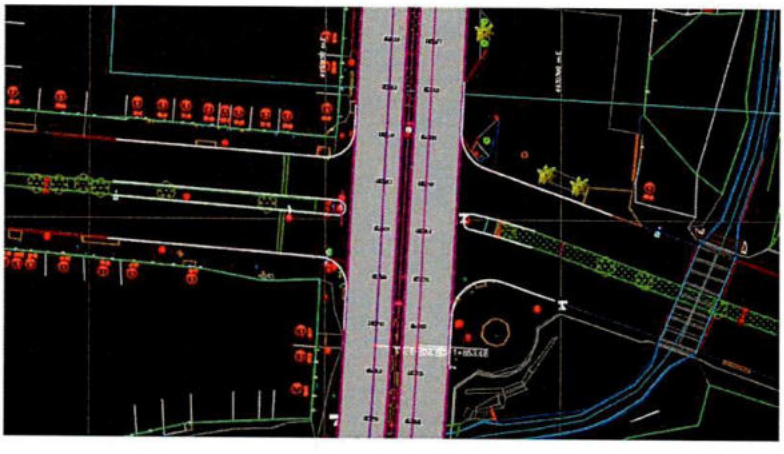
Para la definición de la alternativa óptima en la intersección Catama se ha realizado el análisis de varias propuestas que, en conjunto con las especialidades de geotecnia, tránsito, urbanismo, hidráulica y estructuras principalmente, ha permitido definir tres alternativas para cada intersección: A continuación se presenta cada alternativa:

6.3.1 Optimización de Intersecciones Existentes a Nivel

Con base en los análisis de tránsito al corredor, se ha definido que el corredor principal (Av del Llano) requerirá tres carriles por sentido. En este sentido, esta alternativa consiste en realizar una optimización de las intersecciones del Corredor en cuanto a radios de giro.

- **INTERSECCION AV DEL LLANO x AV CATAMA**

Ilustración 6. Alternativa 1 Intersección Catama



Fuente: Elaboración Propia

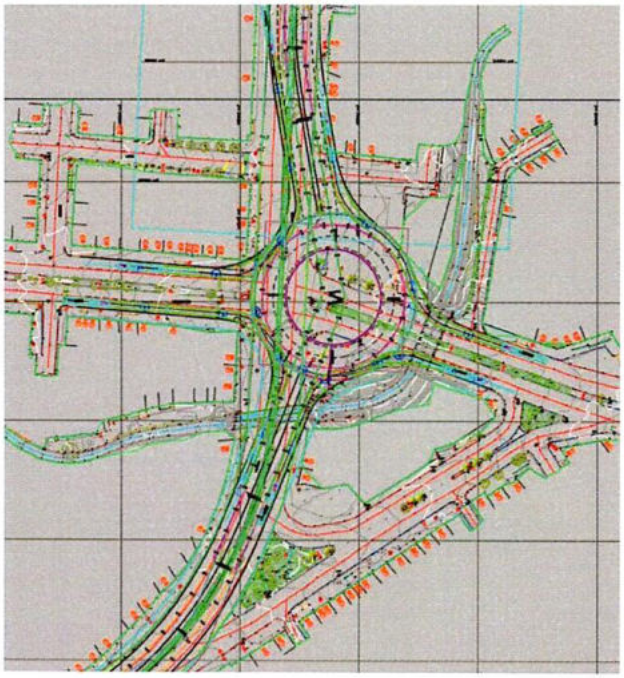
6.3.2 Intersección a Nivel Tipo Glorieta

5424

Respecto a las alternativas a nivel se ha analizado la proyección de glorietas en las dos intersecciones, tal como se evidencia a continuación:

- **INTERSECCION AV DEL LLANO x AV CATAMA**

Ilustración 7. Alternativa 2 Intersección Catama



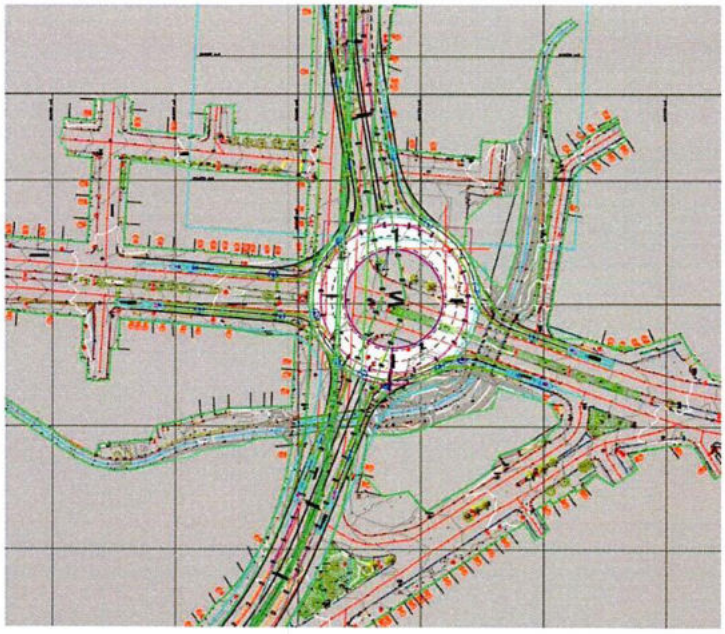
Fuente: Elaboración Propia

6.3.3 Intersecciones Mixtas: Glorieta y Puentes

En conjunto con las áreas de urbanismo y tránsito se ha analizado la posibilidad de generar una intersecciones que se desarrollen por etapas de manera que inicialmente se pueda desarrollar una glorieta a nivel y en el momento en que las proyecciones de tráfico indiquen un colapso de la intersección se pueda construir un puente (elevando la Av del Llano) de manera que se mejoren las condiciones de capacidad y niveles de servicio.

- **INTERSECCION AV DEL LLANO x AV CATAMA**

Ilustración 8. Alternativa 3 Intersección Catama



Fuente: Elaboración Propia

En conjunto con el componente de tránsito se han realizado las actividades de verificación de número de carriles de diseño, los cuales han concluido que para el tramo 1 se requieren tres (3) carriles por sentido de circulación.

Adicionalmente se han analizado posibilidades de distribución de espacios transversales con el área de urbanismo, con el objetivo de poder generar espacios adicionales para los andenes.

6.3.4 Matriz Multicriterio

En función de lo explicado anteriormente, la matriz multicriterio analizada tiene las siguientes alternativas de análisis

5426

Tabla 14 Descripción Alternativas

INTERSECCIÓN CON LA VÍA CATAMA	ALTERNATIVA 1	Mejorar la interseccion existente ampliando a tres carriles por sentido la Avenida del llano y mejorando la geometría de la intersección en el área disponible y optimización de los ciclos de semaforización
	ALTERNATIVA 2	Construcción de un paso elevando la Avenida del Llano (puente), utilizando la infraestructura existente (orejas manzanas) para el resto de movimientos (Giros)
	ALTERNATIVA 3	Implementación de una solución combinada en dos etapas
		Etapa 1: Construcción de una glorieta en la intersección que permita el manejo de todos los movimientos
		Etapa 2: Construcción en el año 10 de un paso elevado concistente en elevar la Avenida del Llano que trabajará en conjunto con la glorieta preexistente construida en la etapa 1

Fuente: Elaboración Propia

6.2.5.1 CATAMA ALTERNATIVA 1

Tabla 15. Evaluación Criterios Geométricos Int Catama Alternativa 1

COMPONENTE	PESO	CRITERIO	PESO	INDICADOR	ANÁLISIS	CALIFICACIÓN DE 0 A 100
INSTRUCCIONES	*Peso del componente*	*nombre corto del criterio evaluado*	*peso del criterio dentro del componente. Cada componente suma 100%*	*Formula general o descripción del criterio que se evalua*	*Analisis especifico de la alternativa*	*Calificación del criterio para la alternativa especifica*
Diseño Geométrico	9%	1. Longitud/Area Intervención	20%	A mayor intervención menor calificación	Dado que las intervenciones serian dentro de la intersección existente, el área de intervención es reducida	80
		2. Movimiento de Tierras	20%	A mayor movimiento de tierras menor calificación	Dado que la intervención principal se da en el corredor, se considera que el movimiento de tierras es bajo en comparación con las demás alternativas analizadas	80
		3. Solucion de movimientos en la Intersección	40%	A mayor número de soluciones en la intersección mejor calificación	La mayoría de los movimientos se solucionan en la intersección a excepción de giros en "U"	85
		4. Uso de semaforización	20%	A mayor uso de semáforos menor calificación	La alternativa está condicionada por uso de semáforos	10

Fuente: Elaboración Propia

5427

6.2.5.2 CATAMA ALTERNATIVA 2

Tabla 16. Evaluación Criterios Geométricos Int Catama Alternativa 2

COMPONENTE	PESO	CRITERIO	PESO	INDICADOR	ANÁLISIS	CALIFICACIÓN DE 0 A 100
INSTRUCCIONES	*Peso del componente*	*nombre corto del criterio evaluado*	*peso del criterio dentro del componente. Cada componente suma 100%*	*Formula general o descripción del criterio que se evalua*	*Analisis especifico de la alternativa*	*Calificación del criterio para la alternativa especifica*
Diseño Geométrico	9%	1. Longitud/Area Intervención	20%	A mayor intervención menor calificación	La intervención principal se requiere sobre la Av Llano	60
		2. Movimiento de Tierras	20%	A mayor movimiento de tierras menor calificación	El mayor impacto se genera al norte y sur de la Av Catama	40
		3. Solucion de movimientos en la intersección	40%	A mayor número de soluciones en la intersección mejor calificación	La mayoría de los movimientos se solucionan en la intersección a excepción de giros en "U". Se requiere el uso de orejas manzana	50
		4. Uso de semaforización	20%	A mayor uso de semáforos menor calificación	Se reduce el uso de semaforos en comparación con alternativa 1	50

Fuente: Elaboración Propia

6.2.5.3 CATAMA ALTERNATIVA 3

Tabla 17. Evaluación Criterios Geométricos Int Catama Alternativa 3

COMPONENTE	PESO	CRITERIO	PESO	INDICADOR	ANÁLISIS	CALIFICACIÓN DE 0 A 100
INSTRUCCIONES	*Peso del componente*	*nombre corto del criterio evaluado*	*peso del criterio dentro del componente. Cada componente suma 100%*	*Formula general o descripción del criterio que se evalua*	*Analisis especifico de la alternativa*	*Calificación del criterio para la alternativa especifica*
Diseño Geométrico	9%	1. Longitud/Area Intervención	20%	A mayor intervención menor calificación	mayor área de intervención dada la implementación de la glorieta	50
		2. Movimiento de Tierras	20%	A mayor movimiento de tierras menor calificación	De las tres alternativas es la que requiere mayor volúmenes de intervención	30
		3. Solucion de movimientos en la intersección	40%	A mayor número de soluciones en la intersección mejor calificación	Se solucionan todos los movimientos en la intersección	100
		4. Uso de semaforización	20%	A mayor uso de semáforos menor calificación	No se requiere semáforos para la solución de moviemitnos vehiculares	100

Fuente: Elaboración Propia

Producto del análisis individual de cada alternativa, se realizó el análisis comparativo obteniendo la siguiente tabla de resultado:

Tabla 18. Resultado Evaluación Criterios Geométricos

INTERSECCIÓN CATAMA	
Nº	CALIFICACIÓN
A1	612,00%
A2	450,00%
A3	**684,00%**

CONCLUSIÓN La mejor alternativa para la intersección es A3

Fuente: Elaboración Propia

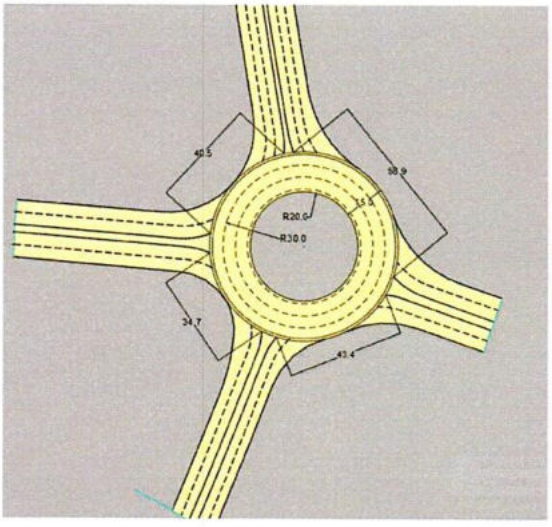
Es por lo anterior que las alternativas mixtas compuestas por glorietas y pasos elevados tipo puente se consideran más convenientes para implementar desde el componente de trazado y diseño geométrico.

6.4 Intersección Catama

A continuación, se relacionan los parámetros principales adoptados en el diseño de la glorieta Catama

La glorieta tiene tres carriles de 4.5 m, berma interna de 1.0 m y berma externa de 0.5 m.

Ilustración 9. Parámetros Intersección Catama



Fuente: Elaboración Propia

5429

Tabla 19. Parámetros Geométricos. Intersección Catama

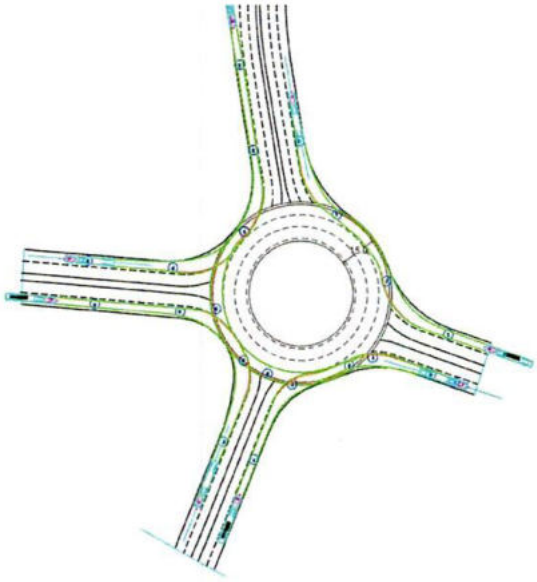
	UN	PARÁMETRO			
Radio Eje	m	30			
Ancho Entrecruzamiento W	m	15	15	15	15
Longitud Entrecruzamiento L	m	40,5	58,9	34,7	43,4
Relación W/L		0,37	0,25	0,43	0,35

Fuente: Elaboración Propia

6.4.1 Vehículo de Evaluación

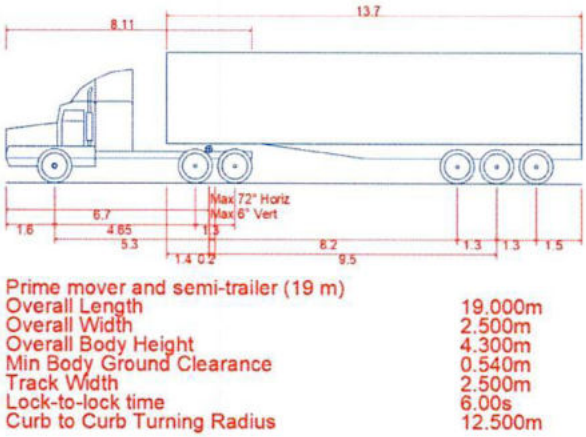
Se ha realizado la modelación de las trayectorias de giro para el vehículo de diseño 3S2 (numeral 5.2 Vehículo de diseño Vehículo de diseño) para que la solución planteada genere las condiciones necesarias para la incorporación al proyecto y hacia las comunidades, como también, la posibilidad de realizar el giro de retorno.

Ilustración 10. Trayectorias de Giro. Intersección Catama



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 11 Especificaciones C3S2.



Prime mover and semi-trailer (19 m)	
Overall Length	19.000m
Overall Width	2.500m
Overall Body Height	4.300m
Min Body Ground Clearance	0.540m
Track Width	2.500m
Lock-to-lock time	6.00s
Curb to Curb Turning Radius	12.500m

Fuente: Elaboración Propia a partir de Autodesk Vehicle Tracking.

6.5 Bocacalles

Dadas las condiciones particulares en cada una de las bocacalles existentes en el tramo de diseño, así como la evidencia de limitaciones altimétricas prevalecientes en la infraestructura existente y que presentan retos para el diseño que requiere implementar diferentes criterios en cada una de ellas.

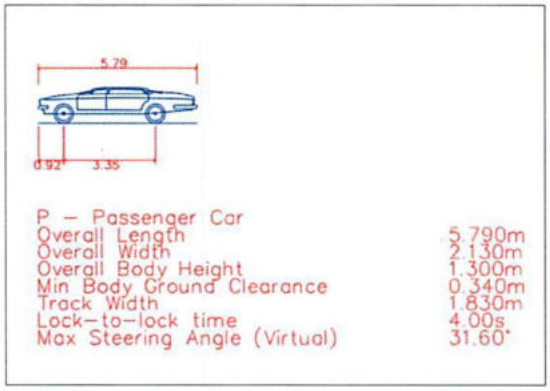
El desarrollo del diseño de esquinas debe favorecer en gran manera a todos los actores viales, en consideración que el Decreto 787 define criterios que en la mayoría de los casos dan prelación a los usuarios de medios no motorizados ya que son los actores viales más vulnerables. Finalmente, cabe citar que todo el trabajo de simulación de trayectorias requerido por el decreto se realizó con ayuda del software Autodesk Vehicle Tracking con diversos vehículos de diseño establecidos para cada bocacalle en particular.

6.5.1 Vehículos de Evaluación

Se establecieron dos vehículos para evaluación de las trayectorias de giro, a continuación, se presentan las especificaciones extraídas del software Autodesk Vehicle Tracking:

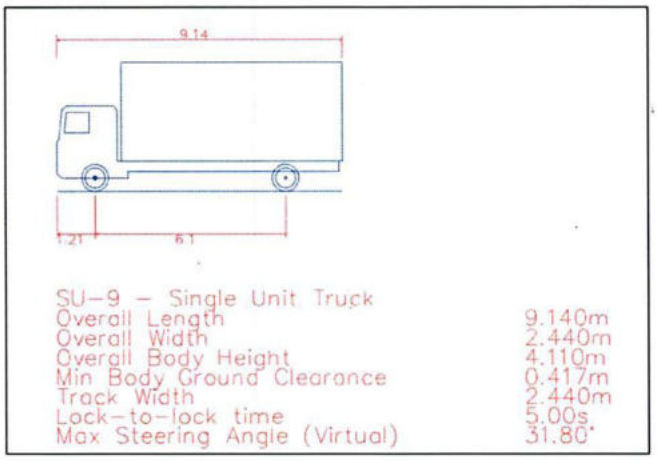
5481

Ilustración 12 Especificaciones Automóvil.



Fuente: Elaboración Propia a partir de Autodesk Vehicle Tracking.

Ilustración 13 Especificaciones Vehículo SU-9.



Fuente: Elaboración Propia a partir de Autodesk Vehicle Tracking.

5482

7 CONCLUSIONES

- Las vías diseñadas garantizan un tránsito seguro y continuo por la zona, permitiendo las conectividades requeridas por los usuarios de la vía a viviendas y zonas de interés.

- El diseño geométrico presentado se ha desarrollado tomando como base estudios previos, términos de referencia, la aplicación de la normatividad, las recomendaciones emitidas por Secretaría de Planeación, Secretaría de Movilidad, interventoría y las diferentes entidades municipales involucradas en el proyecto.

- Para el desarrollo del componente de diseño geométrico se ha desarrollado una coordinación con las demás especialidades del proyecto con el fin de asegurar la integración de todos los componentes de estas.

8 REFERENCIAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials (2018). AASHTO 2018 - A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Washington DC: AASHTO.

- CAF, IDU (2015). GUÍA PARA EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS PARA BOGOTÁ D.C. Bogotá: CAF, IDU.

- Manual de diseño geométrico para carreteras INVIAS 2008, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009 del Ministerio de Transporte.

5983

GOBERNACIÓN DEL META

AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META
NIT. 900220547-5

AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META

"ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META"

CONSORCIO GIS-EAP-LLANO

INFORME AVANCE DE DIESÑO GEOMÉTRICO

TRAMO 3

VERSION 0

21 de marzo de 2026

BOGOTÁ D.C.

CONSORCIO GIS EAP LLANO,

Bogotá D.C. Calle 26 No. 69 – 63 oficina 408 Edificio Torre 26

Email: correspondenciaexternagiseapllano@grupogiscolombia.com

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

FECHA	**VERSIÓN**	**PRESENTADO A**	**OBSERVACIONES**
21/03/2026	0	Interventoría	Entrega Informe Etapa 1 para revisión de Interventoría

CONSULTORÍA			
Firma			
Cargo		Especialista de Diseño Geométrico	Director del proyecto
Nombre		Ing. Camilo Alfaro Arias	Ing. Gustavo Montes
Matricula Profesional		25202-097222 CND	25202 – 07878 CND
VERSIÓN 1	**Fecha: 21-03-2026**	ELABORÓ	APROBÓ

5435

INTERVENTORÍA		
Firma		
Cargo	Especialista Diseño Geométrico	Director de Interventoría
Nombre	Ing. Miguel Ángel Salgado Pacheco	Ing. Andrés Felipe Mackenzie
Matricula Profesional	25202 - 097298 CND	25202 - 09086 CND

5436

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 7

2 OBJETIVOS 8

2.1 Objetivo General 8

2.2 Objetivos Específicos 8

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 10

4 MARCO NORMATIVO 12

5 METODOLOGÍA DE DISEÑO 13

5.1 Velocidad de Diseño 13

5.2 Vehículo de diseño 16

5.3 Diseño Horizontal 16

5.3.1 Radio Mínimo de Giro 16

5.3.2 Curvas de Transición 17

5.4 Diseño Vertical 19

5.4.1 Pendiente Longitudinal 19

5.4.2 Longitud Mínima 19

5.4.3 Curvas Verticales 20

5.5 Sección Transversal 21

5.5.1 Bombeo Normal 22

5.5.2 Peralte Máximo 22

5.5.3 Rampa de Peralte 25
5.6 Intersecciones 26
6 TRAZADO VIAL 29
6.1 Descripción del Corredor 29
6.1.1 Alineamiento Horizontal 29
6.1.2 lineamiento Vertical 30
6.2 Sección Transversal 32
6.3 Bocacalles 32
6.3.1 Vehículos de Evaluación 33
7 CONCLUSIONES 34
8 REFERENCIAS 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de tramos relacionados en el anexo técnico del contrato 11
Tabla 2. Jerarquización Vial: Características y Restricciones 13
Tabla 3. Radios mínimos para peralte máximo emáx = 4% y fricción máxima 17
Tabla 4. Longitud mínima de la espiral 18
Tabla 5. Longitud mínima de la tangente vertical 19
Tabla 6. Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales 20
Tabla 7. Bombeo de la calzada 22
Tabla 8.Radios mínimos para peralte máximo emáx 4% y fricción máxima 23
Tabla 9.Radios mínimos y peralte para calles de baja velocidad en áreas urbanas 24

Bogotá D.C. Calle 26 No. 69 – 63 oficina 408 Edificio Torre 26

Email: correspondenciaexternagiseapllano@grupogiscolombia.com

5438

Tabla 10. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes..... 26

Tabla 11.Resumen de parámetros de diseño..... 27

Tabla 12. Tipo de empalme por cada PI. Eje S-N. 29

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 localización Av. el Llano Tramo 1, 2 y 3 10

Ilustración 2 Vehículo de Diseño Tipo 3S2..... 16

Ilustración 3. Esquema General. Alineamiento en Planta..... 30

Ilustración 4. Esquema General. Alineamiento en Perfil..... 31

Ilustración 5. Sección Típica 32

Ilustración 6 Especificaciones Automóvil..... 33

Ilustración 7 Especificaciones Vehículo SU-9. 33

5439

INFORME DISEÑO GEOMÉTRICO

CONTRATO DE CONSULTORÍA AIM NO. 393 DE 2025

MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META

1 INTRODUCCIÓN

Dentro del desarrollo del CONTRATO DE CONSULTORÍA AIM NO. 393 DE 2025 celebrado entre la Agencia de Infraestructura del Meta, AIM, y el Consorcio GIS-EAP-LLANO, se ejecuta la consultoría para realizar los "ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META".

La ejecución de las actividades de Consultoría están orientadas realizar las actividades de topografía correspondientes a georreferenciación, nivelación de precisión, levantamiento de detallado de áreas, investigación de redes secas e hidrosanitarias del corredor y demás actividades a fin obtener los estudios topográficos georreferenciados y detallados del tramo 1 – Glorieta del Barrio La Grama (no incluida la glorieta) con Intersección vial con la Avenida del llano (Transversal 24) hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B; tramo 2 – Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25 y tramo 3 – Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25 hasta Avenida del llano (Calle 31 - Avenida 40) con intersección vial con la Carrera 33.

En atención al área de intervención, lo establecido en el anexo técnico del contrato y la normatividad vigente, se elabora el diseño geométrico para los tramos 1, 2 y 3; con el desarrollo de actividades que comprenden visitas técnicas a terreno, análisis y verificación de la información existente, asistencia a reuniones con entidades municipales, acuerdos y reuniones interdisciplinarias para proponer mejores y óptimas alternativas de diseño.

Atendiendo lo anterior en adelante este documento presenta el informe para el tramo 3, que describe las actividades ejecutadas en campo y oficina para realizar los diseños geométricos que deriven en la generación del insumo final para las demás áreas o especialidades de la consultoría y así lograr la entrega final de los estudios y diseños de las diferentes etapas de proyecto establecidas en el contrato y anexo técnico.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Elaborar y presentar los estudios y diseños técnicos del componente de diseño geométrico de acuerdo con la normativa vigente y atendiendo las necesidades de operación requeridas para el proyecto, a través de una solución geométrica cómoda y segura para el usuario, con el fin de facilitar la ejecución de los trabajos necesarios para llevar a cabo el objeto del proyecto "**ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META**" contrato de consultoría No. AIM No. 393 DE 2025, de acuerdo con los términos de referencia establecidos en los anexos técnicos y normativa adoptada, con la participación de un equipo profesional idóneo, como insumo fundamental en el desarrollo del contrato en consideración de las diferentes especialidades que intervienen en el desarrollo de los estudios y diseños de la presente consultoría.

2.2 Objetivos Específicos

- Definir los parámetros mínimos requeridos de diseño según las características específicas del proyecto, definiciones de los apéndices técnicos e información recopilada de estudios previos.

- Desarrollar el diseño geométrico para Avenida al Llano desde la Glorieta del Barrio La Grama (no incluida en el diagnóstico) hasta carrera 23 con calle 37 B, siguiendo los lineamientos establecidos en el Anexo 1 Anexo Técnico, integrando la información de diseño de las demás disciplinas involucradas que forman parte del proyecto

- Elaborar un diseño geométrico que cumpla con estándares técnicos y normativos requeridos que garanticen la eficiencia, seguridad y funcionalidad del proyecto.

2.3. Objetivos específicos por tramo del proyecto

En atención a lo establecido en los términos de referencia y con el fin de delimitar claramente el objeto del estudio de diseño geométrico, a continuación, se presentan los objetivos asociados a cada uno de los tramos del proyecto:

TRAMO 1

Mejoramiento del Tramo Uno de la avenida al llano desde La Glorieta del barrio La Grama hasta la carrera 23 con calle 37 B, en el municipio de Villavicencio, Meta.

5941

TRAMO 2

Mejoramiento del Tramo Dos de la avenida al llano desde la carrera 23 con calle 37 B hasta la carrera 23 con carrera 25, en el municipio de Villavicencio, Meta.

TRAMO 3

Mejoramiento del Tramo Tres de la Avenida al llano desde la Carrera 23 con Carrera 25 hasta la calle 31 – Avenida 40 con intersección vial con la Carrera 33, en el municipio de Villavicencio, Meta.

En este documento se hace entrega del diseño en etapa 1 para el tramo 1

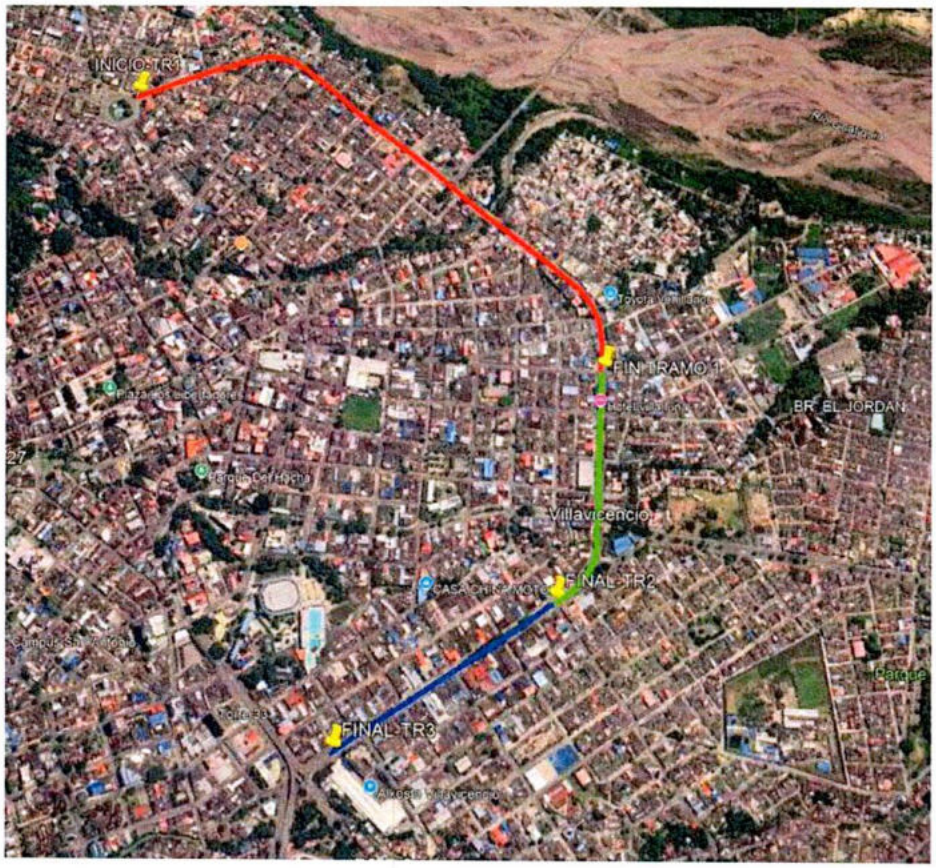
5942

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto denominado **"ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META"**, se encuentra localizado en el municipio de Villavicencio capital del departamento del Meta.

El corredor vial corresponde al sector de La Avenida del Llano, la cual transcurre dentro del área urbana del municipio de Villavicencio en la zona de la Comuna 3, iniciando en la Glorieta de la Grama en el sector del barrio el Emporio, desarrollando en adelante sobre la Transversal 24, barrio Brisas del Guatiquía, carrera 23, San Isidro, Industrial, calle 31-Avda 40, barrio Porvenir, finalizando en la intersección con la Cra 33.

Ilustración 1 localización Av. el Llano Tramo 1, 2 y 3



Fuente: Elaboración Propia.

5443

Tabla 1 Descripción de tramos relacionados en el anexo técnico del contrato

Tramo	Descripción	Georreferenciación	Longitud (m)
Tramo 1	Glorieta del Barrio La Grama (no incluida la glorieta) con Intersección vial con la Avenida del llano (Transversal 24) hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B	Inicio 4°09'28.4"N - 73°38'16.7"W Fin 4°09'07.5"N - 73°37'42.2"W	1450 m
Tramo 2	Avenida del llano (Carrera 23) con Calle 37B hasta Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25	Inicio 4°09'07.5"N - 73°37'42.2"W Fin 4°08'50. 7"N - 73°37'46.1 "W	560 m
Tramo 3	Avenida del llano (Carrera 23) con Carrera 25 hasta Avenida del llano (Calle 31 - Avenida 40) con intersección vial con la Carrera 33.	Inicio 4°08'50.7"N - 73°37'46.1 "W Fin 4°08'40.5"N - 73°38'01.3"W	560 m
	TOTAL		**2570 m**

Fuente: Elaboración Propia.

La Avenida del Llano, en los tres sectores objeto del estudio, corresponde al antiguo corredor de paso nacional que permite la conexión regional del municipio de Villavicencio a vías de carácter nacional como las rutas 40MTA, Alternas a la Transversal Buenaventura - Villavicencio -Puerto Carreño, en su sector Bogotá-Villavicencio, 6510, Troncal Villagarzon – Saravena, Sector Villavicencio, Barranca de Upia, 4007, Transversal Buenaventura Villavicencio - Puerto Carreño, en el sector Villavicencio – Puerto López, y la ruta 6509, Troncal Villagarzon – Saravena, en el sector Villavicencio Acacias, convirtiéndose en un eje fundamental para la conexión e integración intraurbana, urbano- rural, regional y departamental.

La Avenida El Llano, constituye, además, una vía urbana de vital importancia para la conectividad entre zonas residenciales, comerciales y de servicios. El tramo comprendido entre la Glorieta La Grama y el frente del centro comercial Alkosto se ha consolidado como un corredor estratégico para la movilidad local, el comercio formal e informal, y la interacción social de los habitantes del sector.

Actualmente, esta vía presenta condiciones de infraestructura que limitan su funcionalidad y seguridad. La ausencia de andenes adecuados, la falta de iluminación eficiente, el deterioro del

pavimento y la carencia de señalización clara han generado un entorno poco favorable para el tránsito peatonal y vehicular. Estas deficiencias afectan directamente la calidad de vida de los residentes, reducen la competitividad comercial del área y aumentan los riesgos de accidentalidad.

Evaluar una intervención que contemple la construcción de andenes amplios y seguros, la subterranización de redes de servicios públicos, y la optimización de la señalización horizontal y vertical. Estas mejoras que no solo respondan a necesidades técnicas, sino que también apunten a generar un entorno más seguro, accesible e inclusivo.

En el plano social, se prevé una mejora sustancial en la seguridad ciudadana, gracias a la reorganización del espacio público y la incorporación de elementos que favorecen la visibilidad y el control urbano. La inclusión de infraestructura accesible permitirá la participación de personas con movilidad reducida, fortaleciendo el tejido comunitario y promoverá la equidad en el uso del espacio urbano.

Desde la perspectiva de la movilidad, el proyecto facilitará el tránsito peatonal, fomentando el uso de medios de transporte sostenibles y contribuyendo a la reducción de la congestión vehicular.

En cuanto al impacto económico, se anticipa un dinamismo renovado en el entorno comercial. El mejoramiento de la infraestructura atraerá mayor flujo de visitantes, incrementará la valorización de los predios circundantes y estimulará nuevas inversiones, consolidando este tramo como un eje estratégico para el desarrollo urbano de Villavicencio.

4 MARCO NORMATIVO

Para el desarrollo del estudio de trazado y diseño geométrico del proyecto, se utilizará la siguiente normativa:

- Manual de Diseño Geométrico del INVIAS del 2008: Este documento será la principal referencia normativa y se regirá de acuerdo con la Resolución del Ministerio de Transporte No. 000744 del 4 de marzo de 2009. Contiene los lineamientos y criterios técnicos para el diseño geométrico de vías en Colombia.

En caso de que sea necesario complementar la normativa, se emplearán las siguientes Guías de referencia:

- Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. – CAF, IDU,Universidad Nacional de Colombia 2015: Esta guía será utilizada como referencia complementaria, especialmente en casos donde las condiciones urbanas específicas de Bogotá requieran criterios adicionales o distintos a los establecidos en el Manual del INVIAS.

- A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO 2018: Esta guía

3445

internacional será empleada como complemento en situaciones particulares donde se requiera considerar criterios de diseño más actualizados o específicos que no estén contemplados en la normativa nacional.

Es importante destacar que estas guías de referencia se utilizarán para complementar el Manual del INVIAS, y en casos donde sea aplicable por condiciones especiales y particulares se adoptarán criterios de estas. Sin embargo, el Manual del INVIAS y su resolución asociada serán la base principal para el diseño geométrico del proyecto.

5 METODOLOGÍA DE DISEÑO

5.1 Velocidad de Diseño

Con base en las características definidas para la operación del corredor vial, así como las condiciones iniciales de operación por tipo de vía, definidas dentro del Plan de Ordenamiento Territorial y según la normatividad vigente, se ha adoptado una velocidad de 50km/h para el dimensionamiento de los elementos mínimos del corredor y de 30km/h en intersecciones. No obstante, es preciso tener en cuenta que dicha velocidad se ve restringida por el número de intersecciones semaforizadas que se presentan. En el caso de las bocacalles, se considerará una velocidad de diseño de 20km/h.

Tabla 2. Jerarquización Vial: Características y Restricciones

CLASIFICACION FUNCIONAL	JERARQUIA	ANCHO MIN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	TIPO DE TRAFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	PARADA DE BUSES	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)	USO
Malla Vial Arterial Regional y Principal	V0	100	V. Livianos V.Ppesado V.emergencia V. 13ías13edores y servicio Tpte. Masivo	Total	A desnivel	Con exclusividad en estaciones y terminales debidamente diseñados	60-100	

CLASIFICACION FUNCIONAL	JERARQUIA	ANCHO MIN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	TIPO DE TRAFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	PARADA DE BUSES	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)	USO
	V1	60	V. Livianos V.Ppesado V.emergencia V. 14ías14edores y servicio Tpte. Masivo	Total	A desnivel	Con exclusividad en estaciones y terminales debidamente diseñados	60-100	
Malla Vial Arterial Complementaria	V2	40	V. Livianos V.Pesado con 14ías14edores14s V.emergencia V. 14ías14edores y servicio Tpte. Masivo Tpte.Público	Total o parcial	Según estudios	Con exclusividad y en estaciones y terminales debidamente diseñados o mediante bahías y/o zonas de parada si el ascenso y descenso de pasajeros es sobre el andén.	40-60	Corredor principal
	V3	25-30	V. Livianos V.Pesado con 14ías14edores14s V.emergencia V. 14ías14edores y servicio Tpte. Masivo Tpte.Público	Parcial	Según estudios	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	40-60	
Malla vial	V4	22	V. Livianos V.emergencia V.	Según análisis	Según análisis	Sobre carril de circulación o con bahía, según	30-60	

CLASIFICACION FUNCIONAL	JERARQUIA	ANCHO MIN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	TIPO DE TRAFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	PARADA DE BUSES	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)	USO
			15ías15edores y servicio Tpte.Público			estudios de tránsito y seguridad vial.		
	V5	18	V. Livianos V.emergencia V. 15ías15edores y servicio Tpte.Público	Según análisis	Según análisis	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	30-60	
	V6	16	V. Livianos V.emergencia V. 15ías15edores y servicio Tpte.Público	Ninguno	Según análisis	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	30-60	
Malla vial Local	V7	13	V. Livianos V.emergencia V. 15ías15edores y servicio	NA	A nivel	Sujeto a consulta con la comunidad	<30	
	V8	10	V. Livianos V.especiales	NA	A nivel	Sujeto a consulta con la comunidad	<30	Intersecciones
Vías Peatonales	V9	8	Peatones	NA	NA	Prohibido	NA	

Fuente: Tabla 2 de la guía de diseño de vías urbanas para Bogotá D.C.

5448

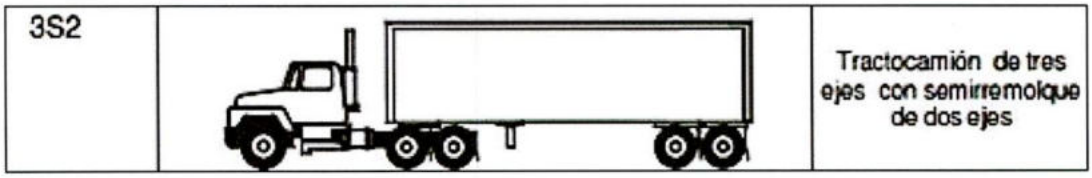
5.2 Vehículo de diseño

Con base en las características funcionales de la vía del proyecto se utilizará como vehículo tipo de diseño 3S2. Para su selección se tuvo en cuenta las características y funcionalidad de la vía.

De acuerdo a la configuración de los vehículos y según lo establece la Resolución del Ministerio de Transporte 2888 de 2005, adicionado en su artículo 2°, se usan las siguientes dimensiones:

- Ancho Máximo: 2.6 m
- Altura Máxima: 4.4 m
- Longitud Máxima 18.5 m

Ilustración 2 Vehículo de Diseño Tipo 3S2



Fuente: Resolución del Ministerio de Transporte 4100 de 2004.

5.3 Diseño Horizontal

5.3.1 Radio Mínimo de Giro

Para el caso de vías urbanas, los peraltes máximos recomendados son del 4% y el 6% cuando las calzadas vehiculares estén condicionadas por la franja lateral de espacio público y consiguientemente el acceso a predios, debido a las condiciones urbanas del proyecto se adopta un valor de peralte máximo del 4%.

Para las velocidades establecidas en las calzadas (50 km/h), se adopta un radio mínimo de 86m, Según las velocidades manejadas en las intersecciones de 30 km/h, se adopta un radio mínimo de 22 m.

En Bocacalles de bajas velocidades (20Km/h) se adopta el valor de 15m.

5449

Tabla 3. Radios mínimos para peralte máximo emáx = 4% y fricción máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Vch)(Km/h)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL f tmax	RADIO MÍNIMO REDONDEADO (m)
		emax=4.0%
20	0.35	15
30	0.28	22
40	0.23	47
50	0.19	86
60	0.17	135

Fuente: Elaboración propia a partir de manual de diseño geométrico de carreteras y AASHTO.

5.3.2 Curvas de Transición

De acuerdo con la importancia del presente proyecto vial, se contempla el uso de curvas de transición para el diseño de las calzadas principales del corredor, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Las entretangencias entre dos curvas espirales diferente sentido puede ser cero.
- Las espirales proporcionan un camino fácil de seguir para los conductores, dado que la fuerza centrípeta aumenta y disminuye gradualmente.
- La longitud de la espiral puede ser usada para proporcionar una adecuada transición de los peraltes.
- La apariencia de la vía se ve mejorada por la aplicación de las espirales, disminuyendo los quiebres que se notan al inicio y fin de cada curva circular.

➢ Longitud mínima de la espiral en condición critica

El parámetro mínimo de la clotoide (A mín.), se establece con base en el estudio y análisis de tres criterios relacionados, con la comodidad y seguridad del usuario de la vía. El valor del parámetro de

diseño se tomará de acuerdo con la envolvente superior de los valores determinados para cada uno de los criterios establecidos.

- Criterio I. Variación uniforme de la fuerza centrífuga (J).

- Criterio II. Limitación por transición del peralte, en la determinación de los valores del parámetro mínimo, se tendrá en cuenta la inclinación máxima permitida de la rampa de peraltes (Δs) (Tabla 11). Así mismo, la distancia del eje de giro al borde de calzada (a), la cual toma el valor de 3,5 m.

- Criterio III. Condición de percepción y de estética, la longitud de la curva de transición ha de ser suficiente para que se perciba de forma clara el cambio de curvatura, orientando adecuadamente al conductor y creando alineamientos armoniosos. Para ello, es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

  - Criterio III.1. Se asume el disloque mínimo de 0,25 m.
  - Criterio III.2. Ángulo de giro de la espiral mínimo de 3 grados.

De lo anterior se tiene que, dependiendo del radio de curvatura mínimo para cada una de las velocidades de diseño, con peralte de 4,0% la longitud de espiral mínima tendrá las longitudes descritas en la siguiente tabla.

Tabla 4. Longitud mínima de la espiral

Velocidad de Diseño (km/h)	CRITERIO N°1	CRITERIO N°2	CRITERIO N°3		Le Mínima (m)
	A mínima	A mínima	CRITERIO N°3.1	CRITERIO N°3.2	
			A mínima	A mínima	
20	13.22	10.37	9.49	1.57	13.22
30	16.02	8.75	15.35	6.8	16.68
40	39.48	12.53	26.28	13.92	22.24
50	53.91	16.98	41.47	25.56	27.80

Fuente: Elaboración propia a partir de manual de diseño geométrico de carreteras

5.4 Diseño Vertical

5.4.1 Pendiente Longitudinal

El diseño de rasante de las vías debe estar vinculado de tal manera que se garantice el valor mínimo para la pendiente longitudinal descrita en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, el cual sostiene que este valor está determinado por las condiciones de drenaje.

La pendiente mínima establecida por el Manual de diseño es de 0,5% como pendiente mínima recomendada y 0,3% para el diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseada, teniendo en cuenta que se podrán proyectar pendientes menores siempre y cuando sean justificadas.

Con relación a la pendiente longitudinal máxima de diseño, se establece bajo el criterio del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras que para vías con velocidad de 50 km/h es de 10%.

Para el caso de las intersecciones según las velocidades manejadas, la pendiente longitudinal máxima de diseño es 12% para 30 km/h, para bocacalles de malla vial local se adopta una pendiente máxima del 18% para 20 Km/h según la guía de diseño urbano del IDU.

5.4.2 Longitud Mínima

La longitud mínima de las tangentes verticales con velocidad específica mayor a cuarenta kilómetros por hora (40km/h) no podrán tener una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos (10 s). Para el diseño con una velocidad especifica de 50 km/h y en intersecciones de 30 km/h la longitud mínima de tangencia vertical es de 140m y 60m respectivamente. Para Bocacalles una longitud de 40m.

Tabla 5. Longitud mínima de la tangente vertical

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL VTV (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.4.3 Curvas Verticales

Los criterios para la selección de la longitud de la curva vertical que a continuación se indican son aplicables para las curvas simétricas y asimétricas:

- Criterio de seguridad

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada (DP). Es pertinente manifestar que en algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales que satisfagan la distancia de visibilidad de adelantamiento (Da).

- Criterio de operación

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

- Criterio de drenaje

Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana dificultando el drenaje de la calzada.

De acuerdo con la longitud mínima de la curva vertical será de 30 m para las vías con velocidad de 50 km/h. Adicionalmente se cumplirán con los valores del parámetro K asociados al tipo de curva a implementar.

En el caso de las intersecciones, la longitud mínima de la curva vertical será de 20 m para las vías con velocidad de 30 km/h.

Tabla 6. Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales

5453

VELOCIDAD ESPECÍFICA Vcv(km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE Kmin				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1	2.1	3	20
30	35	1.9	2	5.1	6	20
40	50	3.8	4	8.5	9	24
50	65	6.4	7	12.2	13	30
60	85	11	11	17.3	18	36
70	105	16.8	17	22.6	23	42
80	130	25.7	26	29.4	30	48
90	160	38.9	39	37.6	38	54
100	185	52	52	44.6	45	60
110	220	73.6	74	54.4	55	66
120	250	95	95	62.8	63	72
130	285	123.4	124	72.7	73	78

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.5 Sección Transversal

- Carriles: Se considera un ancho mínimo de carril de 3,5m.

Se dispone, además, un separador, entre calzadas de ancho mínimo de 3.5 en el tramo 3.

La sección transversal típica está conformada de acuerdo con los siguientes parámetros:

TRAMO 3

• Calzada de 7.00m

  • Dos (2) carriles de 3.50 m

• Ancho de separador central de calzadas: 3.5 m aprox

5.5.1 Bombeo Normal

Es la inclinación transversal que debe tener la calzada en entretangencias horizontales, y se define dependiendo del tipo de superficie de rodadura. Para las vías del proyecto se seleccionó un bombeo normal del 2%; la dirección del bombeo es al exterior de las calzadas.

Tabla 7. Bombeo de la calzada

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

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.5.2 Peralte Máximo

Para el desarrollo del peralte se han adoptado los lineamientos establecidos en los Manuales de referencia, por medio del uso de los métodos 2 y 5 para la determinación del valor mínimo requerido de peralte en función del radio de curvatura del elemento geométrico.

En el método 2 usa la fricción lateral para sostener toda la aceleración lateral hasta la curvatura correspondiente al factor máximo de fricción lateral, y este factor máximo de fricción lateral está

disponible en todas las curvas más cerradas. En este método, el peralte se introduce solo después de haber utilizado la fricción lateral máxima. Por lo tanto, no se necesita peralte en curvas más planas que requieren menos que la fricción lateral máxima para los vehículos que viajan a la velocidad de diseño Cuando se necesita peralte, esta aumenta rápidamente a medida que las curvas con fricción lateral máxima se vuelven más cerradas. Debido a que este método depende completamente de la fricción lateral disponible, su uso generalmente se limita a calles y carreteras de baja velocidad. Este método es particularmente adecuado en calles urbanas de baja velocidad donde, debido a diversas restricciones, frecuentemente no se puede proporcionar peralte.

Por otra parte, el método 5 el peralte y la fricción lateral están en una relación curvilínea con el inverso del radio de la curva y es el más utilizado para el diseño de carreteras.

Teniendo en consideración lo anterior y basados en el método 5, se presentan los radios mínimos para las velocidades establecidas de 50 km/h, 30 km/h en intersecciones y 20 km/h en el caso de las bocacalles, considerando un peralte máximo del 4%. Esto teniendo en cuenta que para vías urbanas es el recomendado, adicional a las condicionantes de empalmes con las calzadas principales y las franjas de espacio público.

Tabla 8.Radios mínimos para peralte máximo emáx 4% y fricción máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Vch)(Km/h)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL f tmax	RADIO MÍNIMO REDONDEADO (m)
		emax=4.0%
20	0.35	15
30	0.28	22
40	0.23	47

50	0.19	86
60	0.17	135

Fuente: Elaboración propia a partir de manual de diseño geométrico de carreteras y AASHTO

Por otro lado, a continuación, se presentan los valores asociados a los radios mínimos y peraltes por medio del método 2, el cual se aplica en las situaciones en las que no es posible lograr alcanzar el valor de peralte resultante del análisis por el método 5, por restricciones del acceso a predios y empalme con bocacalles, debido a las condiciones urbanas del proyecto.

Tabla 9.Radios mínimos y peralte para calles de baja velocidad en áreas urbanas

e(%)	Vd=20 Km/h	Vd=30 Km/h	Vd=40 Km/h	Vd=50 Km/h	Vd=60 Km/h	Vd=70 Km/h
	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)
-3.0	10	28	63	123	202	322
-2.8	10	28	62	122	200	316
-2.6	10	28	62	120	197	311
-2.4	10	28	61	119	194	306
-2.2	10	27	61	117	192	301
-2.0	10	27	60	116	189	297
-1.5	9	27	59	113	183	286
0	9	25	55	104	167	257
1.5	9	24	51	96	153	234
2.0	9	24	50	94	149	227

e(%)	Vd=20 Km/h	Vd=30 Km/h	Vd=40 Km/h	Vd=50 Km/h	Vd=60 Km/h	Vd=70 Km/h
	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)
2.2	8	23	50	93	148	224
2.4	8	23	50	92	146	222
2.6	8	23	49	91	145	219
2.8	8	23	49	90	143	217
3.0	8	23	48	89	142	214
3.2	8	23	48	89	140	212
3.4	8	23	48	88	139	210
3.6	8	22	47	87	138	207
3.8	8	22	47	86	136	205
4.0	8	22	47	86	135	203

Fuente: AASTHO a policy on geometric design of highways and Street,2018.

5.5.3 Rampa de Peralte

Se define la rampa de peraltes, como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de esta.

Se presentan los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para la rampa de peraltes recomendados por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 10. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes

VELOCIDAD ESPECIFICA (Vch)(Km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTE Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1 x a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS, 2008.

5.6 Intersecciones

5459

Dentro del proyecto, se encuentran ubicadas 2 intersecciones (Restrepo y Catama) para las cuales, se establece una velocidad de diseño de ramales entre 20 y 30 km/h según las condiciones y características propias de cada una.

Así mismo, los anchos de calzada de los ramales corresponden a los anchos de calzada diseñados para el corredor central y a los demás anchos de calzadas existentes.

En la Tabla 11.Resumen de parámetros de diseño. se presenta el cuadro resumen de los parámetros de diseño seleccionados para el diseño geométrico para el corredor del proyecto.

Tabla 11.Resumen de parámetros de diseño.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
TIPO DE VÍA		Malla Vial Principal
VELOCIDAD DE OPERACIÓN		
Corredor Principal	Km/h	50
Zonas sensibles	Km/h	30
Bocacalles	Km/h	20
TIPO DE CURVA DE ACUERDO CON EL ANGULO DE DEFLEXION		
0°-2°		Sin concatenación
2°-6°		Circular
6°-20°		Espiral-Espiral
>20°		Espiral-Curva-Espiral
Radio mínimo Calzadas principales	m	86

5460

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Longitud de curva	m	27.8
Longitud de espiral		Criterio II Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS
Entretangencias de diseño horizontal	m	30
Peralte máximo	%	4.0
Rampas de peralte máxima	%	0.77
Longitud mínima de espiral	m	27.78
Pendiente longitud mínima	%	0.30%
Pendiente longitud máxima	%	8,0%
Longitud mínima de Curva vertical	m	30m en el Corredor, 20m en zonas especiales, 12m en Bocacalles
K mín (Corredor Principal)		C. Convexa: 7,0. C. Cóncava: 13,0
K min (Bocacalles)		Según la particularidad del acceso.
ANCHO DE CARRIL		
Calzadas principales - Tramo 1	m	9.90 (3,50+3,20+3.20).
ANCHO DE SEPARADOR CENTRAL		
Tramo 1	m	1,5

Fuente: Elaboración Propia

5961

6 TRAZADO VIAL

6.1 Descripción del Corredor

6.1.1 Alineamiento Horizontal

Por tratarse de la elaboración y desarrollo del diseño geométrico de una calzada existente, el planteamiento horizontal se realizó a partir de la geometría actual de la misma, teniendo en cuenta restricciones del acceso a predios y empalme con bocacalles, debido a las condiciones urbanas del proyecto. Sin embargo, con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos del Apéndice Técnico, fue necesario realizar correcciones geométricas en aras de implementar una vía con parámetros en planta para una velocidad de 50 km/h, adaptarse a las exigencias del entorno urbano del corredor existente.

El tramo 1 está compuesto por aproximadamente 0.56 kilómetros con dos calzadas de flujo vehicular, que se denominaron de la siguiente manera:

- Calzada N-S (Occidental)
- Calzada S-N (Oriental)

Cada una de las calzadas cuenta con un eje de diseño independiente.

- **Calzada Sentido N-S:** Dentro del desarrollo no se presentan puntos de Intersección Horizontales
- **Calzada Sentido S-N:** Dentro del desarrollo se presentan 2 Puntos de Intersección Horizontales los cuales se presentan en la Tabla 12 de los cuales cabe resaltar lo siguiente:

Tabla 12. Tipo de empalme por cada PI. Eje S-N.

PI	TIPO	Δ
INICIO		
1	CC	3°52'35.4"

5462

2	CC	3°45'7.56"
FIN		

- **Fuente:** Elaboración Propia

A continuación, se presenta el esquema general del alineamiento en planta del proyecto.

Ilustración 3. Esquema General. Alineamiento en Planta



Fuente: Elaboración Propia

6.1.2 lineamiento Vertical

Con el objetivo de evitar diferencias de nivel significativas y garantizar una adecuada uniformidad entre las calzadas, así como cumplir con las normativas verticales para una velocidad de 50 km/h, se ha llevado a cabo el diseño altimétrico del corredor vial.

Este diseño se ha desarrollado considerando pendientes longitudinales que oscilan entre el 0,3% y el 7,0%, a fin de facilitar el acceso de los usuarios y asegurar una operación eficiente de los diferentes vehículos. Se ha prioridad y especial atención a mantener pendientes superiores al 0,5% a lo largo del corredor para garantizar un adecuado drenaje. Sin embargo, debido a limitaciones derivadas de la existencia de niveles y pendientes preexistentes en intersecciones, propiedades adyacentes y condiciones particulares de la zona urbana, se han considerado pendientes en algunos sectores mínimas del 0,3%, conforme a lo establecido normativamente para minimizar la afectación y garantizar accesos existentes. Asimismo, se han diseñado curvas en quiebres con diferencias

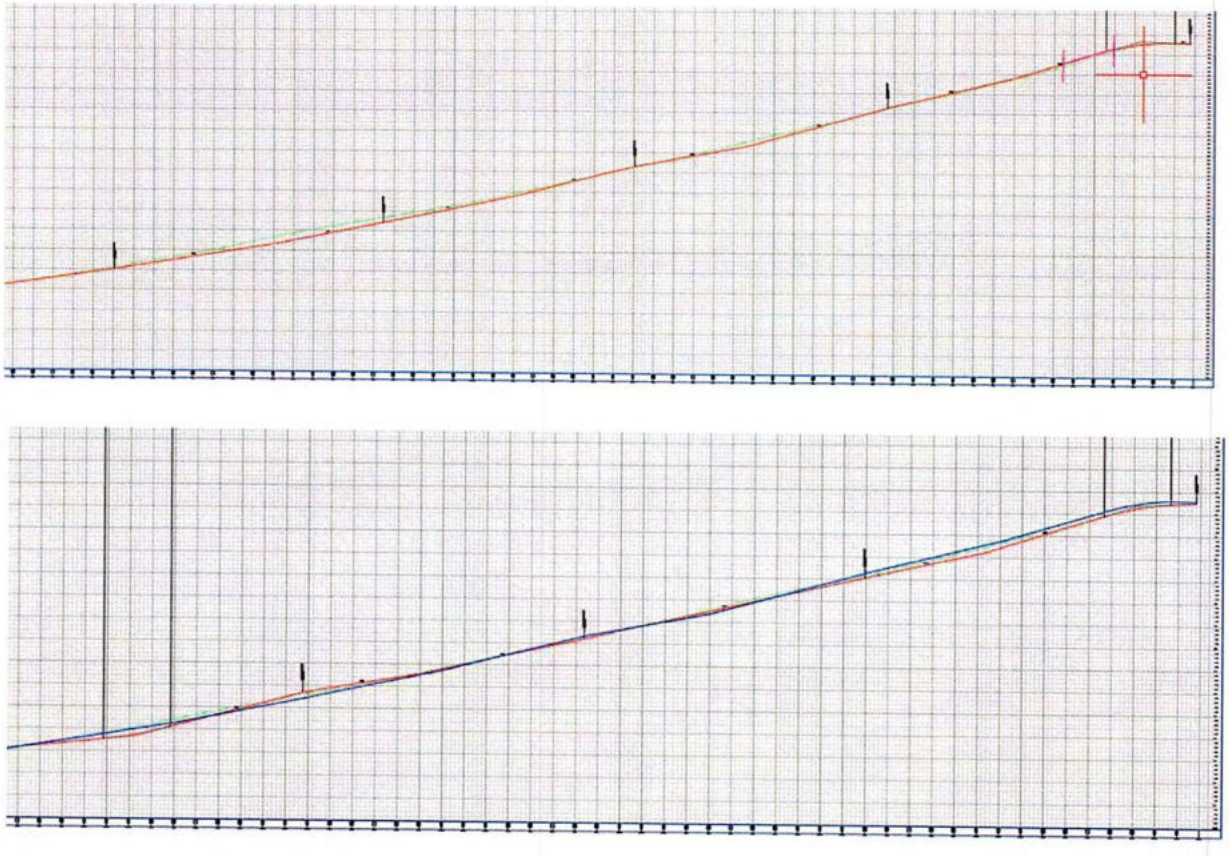
5463

algebraicas de pendientes longitudinales superiores al 1% que cumplen con parámetros que permiten velocidades de hasta 50 km/h.

Este enfoque busca optimizar la funcionalidad y seguridad del corredor vial, adaptándose de la manera más precisa a las condiciones específicas del entorno urbano y a las necesidades del sistema de transporte.

A continuación, se presenta el esquema general del alineamiento en perfil de las calzadas del proyecto.

Ilustración 4. Esquema General. Alineamiento en Perfil



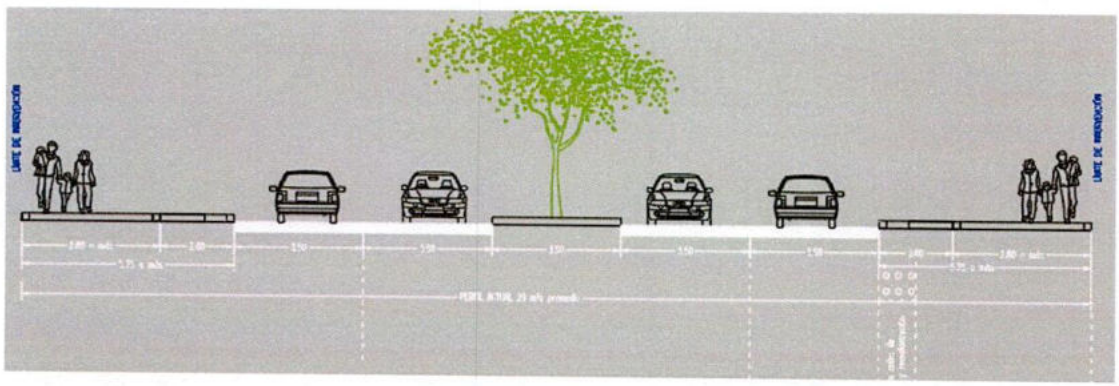
Fuente: Elaboración Propia

5464

6.2 Sección Transversal

A continuación, se presenta el esquema general de la sección transversal en las calzadas del proyecto

Ilustración 5. Sección Típica



Fuente: Elaboración Propia

6.3 Bocacalles

Dadas las condiciones particulares en cada una de las bocacalles existentes en el tramo de diseño, así como la evidencia de limitaciones altimétricas prevalecientes en la infraestructura existente y que presentan retos para el diseño que requiere implementar diferentes criterios en cada una de ellas.

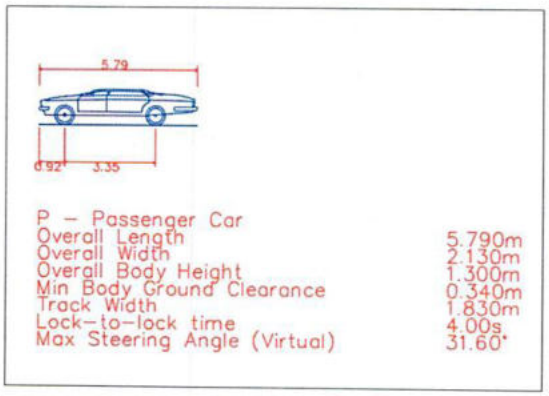
El desarrollo del diseño de esquinas debe favorecer en gran manera a todos los actores viales, en consideración que el Decreto 787 define criterios que en la mayoría de los casos dan prelación a los usuarios de medios no motorizados ya que son los actores viales más vulnerables. Finalmente, cabe citar que todo el trabajo de simulación de trayectorias requerido por el decreto se realizó con ayuda del software Autodesk Vehicle Tracking con diversos vehículos de diseño establecidos para cada bocacalle en particular.

5695

6.3.1 Vehículos de Evaluación

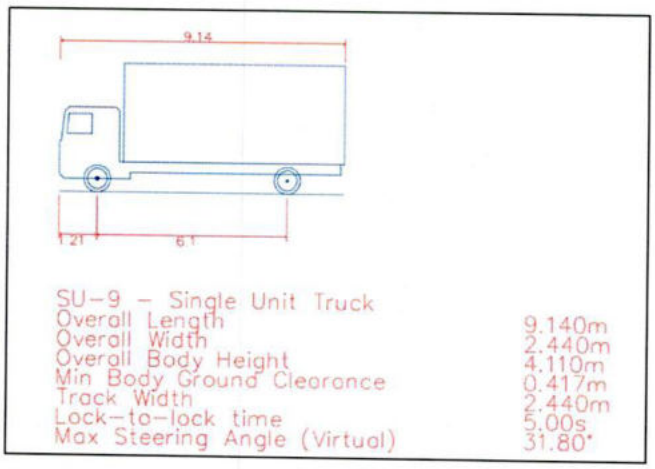
Se establecieron dos vehículos para evaluación de las trayectorias de giro, a continuación, se presentan las especificaciones extraídas del software Autodesk Vehicle Tracking:

Ilustración 6 Especificaciones Automóvil.



Fuente: Elaboración Propia a partir de Autodesk Vehicle Tracking.

Ilustración 7 Especificaciones Vehículo SU-9.



Fuente: Elaboración Propia a partir de Autodesk Vehicle Tracking.

3496

7 CONCLUSIONES

- Las vías diseñadas garantizan un tránsito seguro y continuo por la zona, permitiendo las conectividades requeridas por los usuarios de la vía a viviendas y zonas de interés.

- El diseño geométrico presentado se ha desarrollado tomando como base estudios previos, términos de referencia, la aplicación de la normatividad, las recomendaciones emitidas por Secretaría de Planeación, Secretaría de Movilidad, interventoría y las diferentes entidades municipales involucradas en el proyecto.

- Para el desarrollo del componente de diseño geométrico se ha desarrollado una coordinación con las demás especialidades del proyecto con el fin de asegurar la integración de todos los componentes de estas.

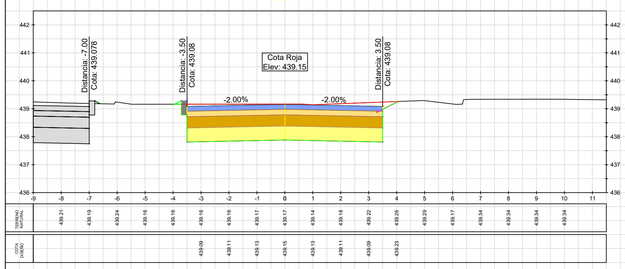
8 REFERENCIAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials (2018). AASHTO 2018 - A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Washington DC: AASHTO.

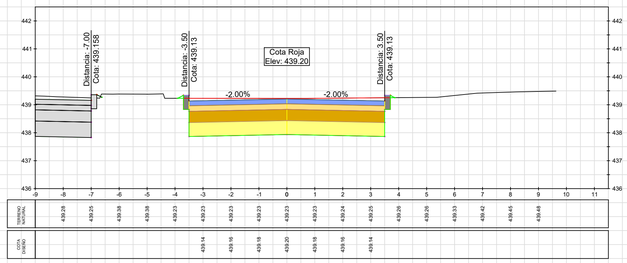
- CAF, IDU (2015). GUÍA PARA EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS PARA BOGOTÁ D.C. Bogotá: CAF, IDU.

- Manual de diseño geométrico para carreteras INVIAS 2008, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009 del Ministerio de Transporte.

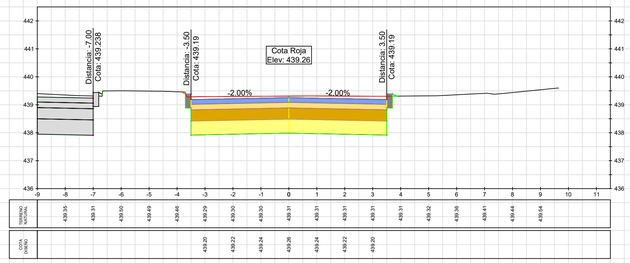
K2+030.00



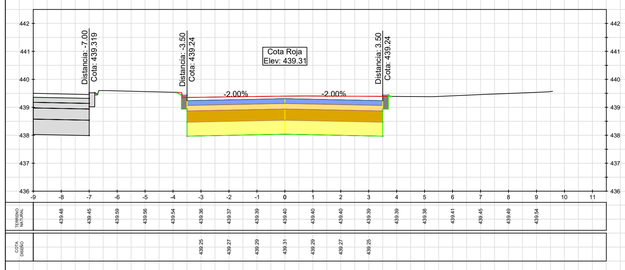
K2+035.00



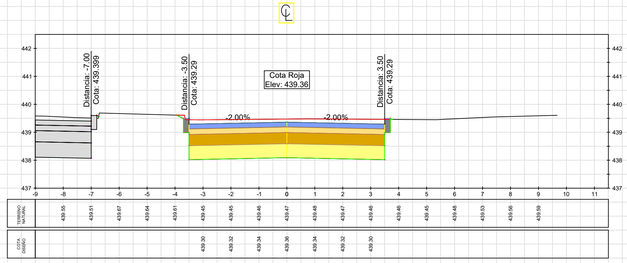
K2+040.00



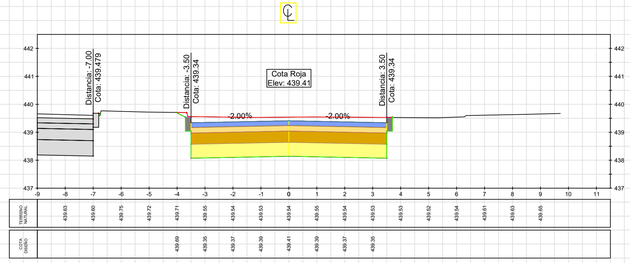
K2+045.00



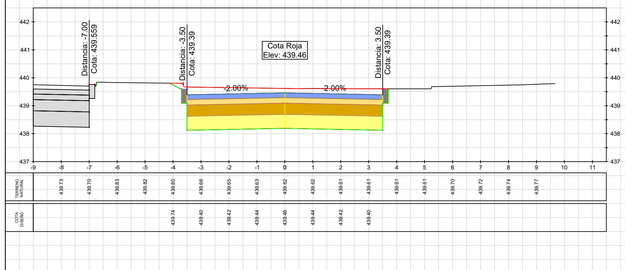
K2+050.00



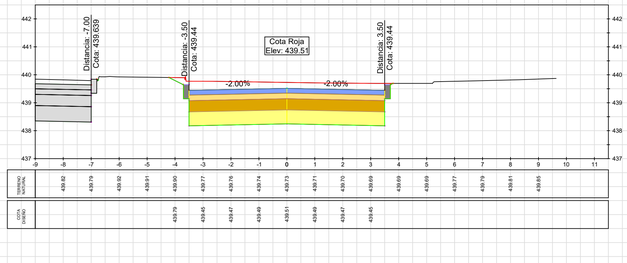
K2+055.00



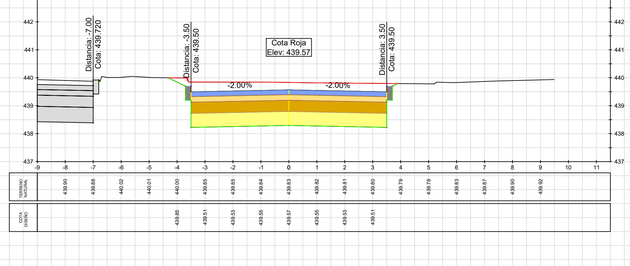
K2+060.00



K2+065.00

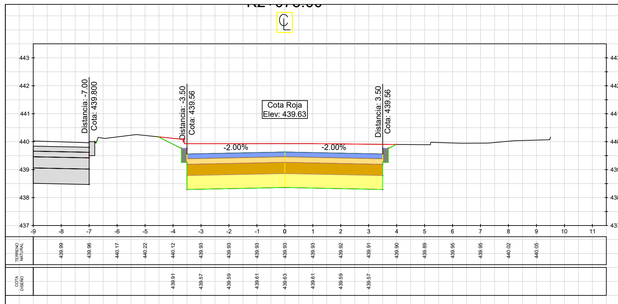


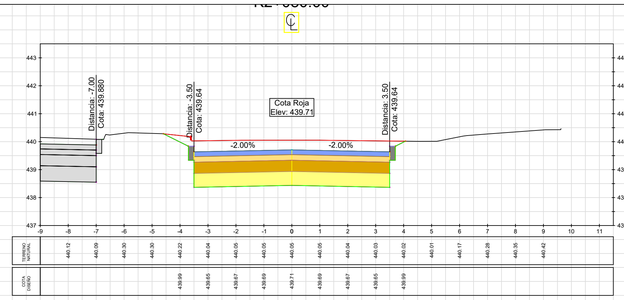
K2+070.00

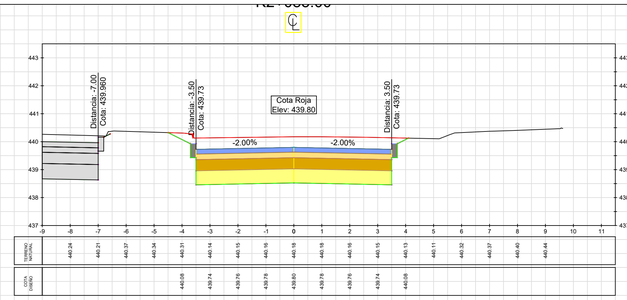


AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META
NIT. 900220547-5

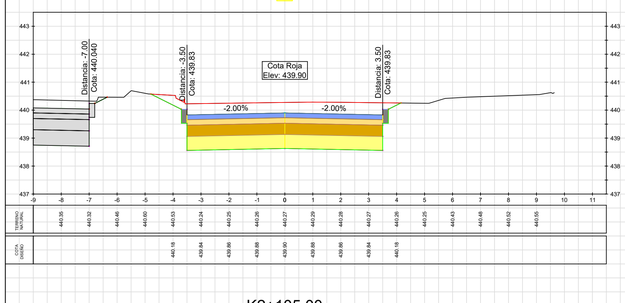
DISEÑO: ING ESP. CAMILO ALBERTO ALFARO ARIAS MP. Nº 25202-097222 CND	**APROBÒ:** ING ESP. ANDRÉS FELIPE MACKENZIE MP. Nº 25202-09086 CDN	**MODIFICACIONES:** MEJORAMIENTO DEL TRAMO UNO DE LA AVENIDA AL LLANO DESDE LA GLORIETA DEL BARRIO LA GRAMA HASTA LA CARRERA 23 CON CALLE 37 B, EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META.	**FECHA:** 06/03/2026	**PROYECTO:** ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META	**CONTIENE:** DISEÑO GEOMÉTRICO SECCIONES TRANSVERSALES EJE - SENTIDO N_S - TRAMO 3	**FECHA:** MARZO 2026 / **VERSIÒN:**
DIBUJO: ING ESP. DANIEL SANTIAGO SILVA SAAVEDRA MP. Nº 25202-434993 CND	**REVISÒ:** ING ESP. MIGUEL ÁNGEL SALGADO PACHECO MP. Nº 25202-097298 CDN				**UBICACIÒN:** VILLAVICENCIO META / **PLANO Nº.** 01/24	**ESCALA:** 1:100 / **ARCHIVO:**



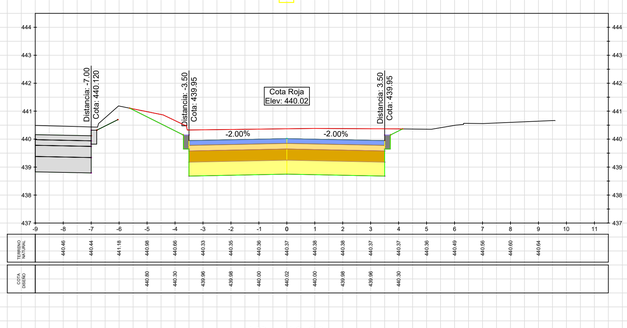




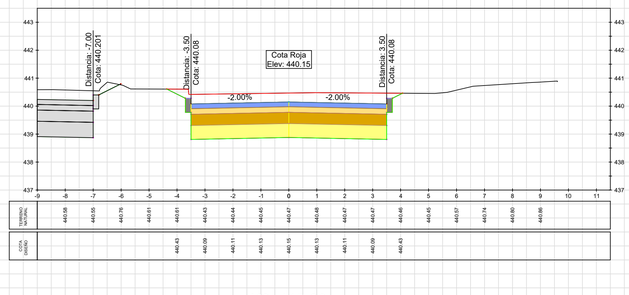
K2+090.00



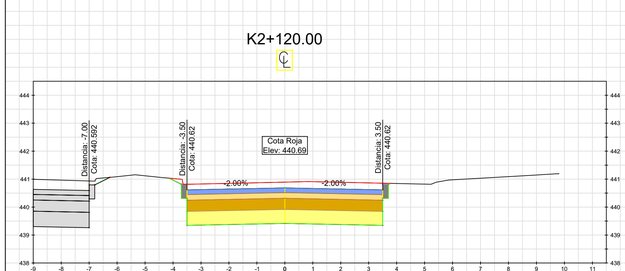
K2+095.00



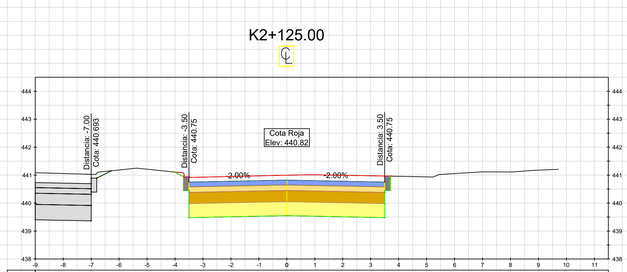
K2+100.00



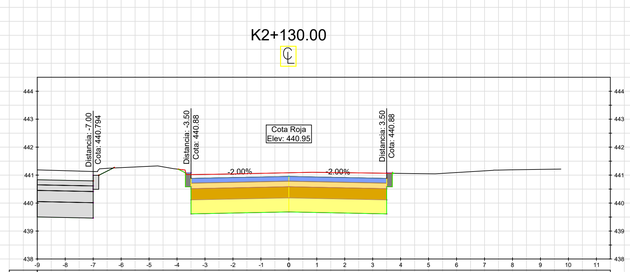
K2+105.00



K2+110.00



K2+115.00

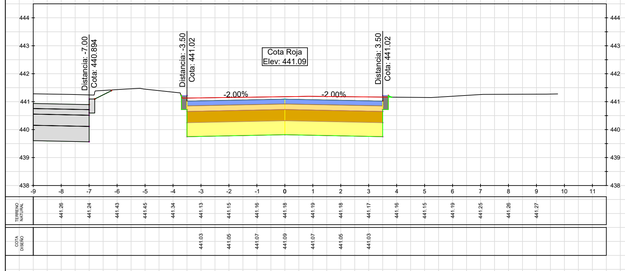


K2+120.00

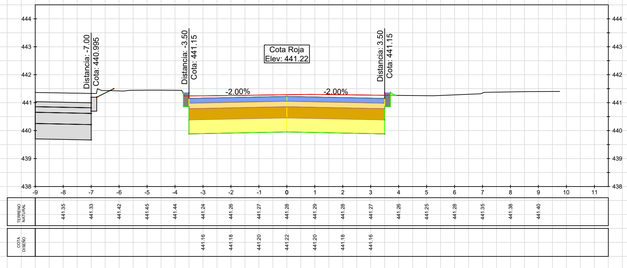
K2+125.00

K2+130.00

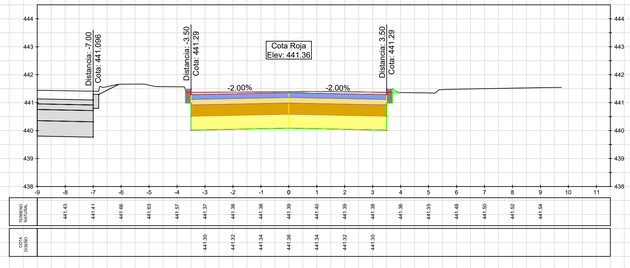
K2+135.00



K2+140.00



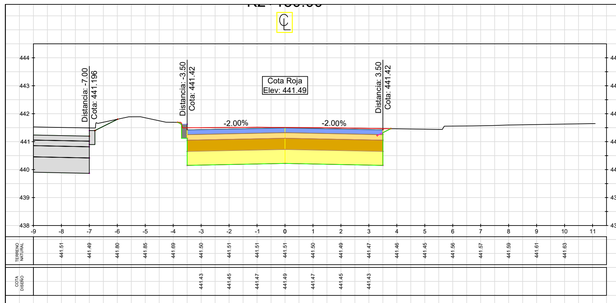
K2+145.00

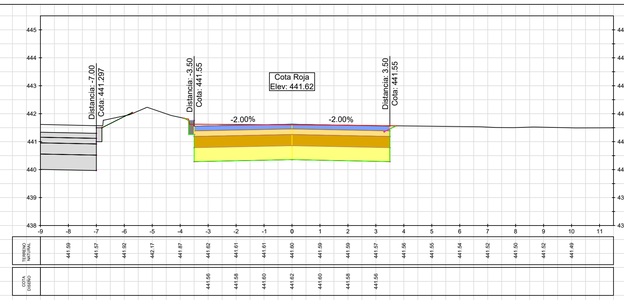


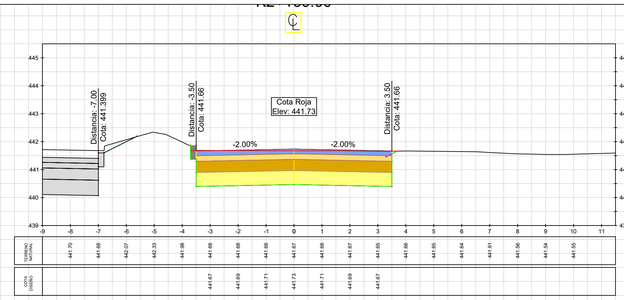
AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META
NIT. 900220547-5

DISEÑO: ING ESP. CAMILO ALBERTO ALFARO ARIAS MP. Nº 25202-097222 CND	**APROBÒ:** ING ESP. ANDRÉS FELIPE MACKENZIE MP. Nº 25202-09086 CDN	**MODIFICACIONES:** MEJORAMIENTO DEL TRAMO UNO DE LA AVENIDA AL LLANO DESDE LA GLORIETA DEL BARRIO LA GRAMA HASTA LA CARRERA 23 CON CALLE 37 B, EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META.	**FECHA:** 06/03/2026	**PROYECTO:** ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META
DIBUJO: ING ESP. DANIEL SANTIAGO SILVA SAAVEDRA MP. Nº 25202-434993 CND	**REVISÒ:** ING ESP. MIGUEL ÁNGEL SALGADO PACHECO MP. Nº 25202-097298 CDN			

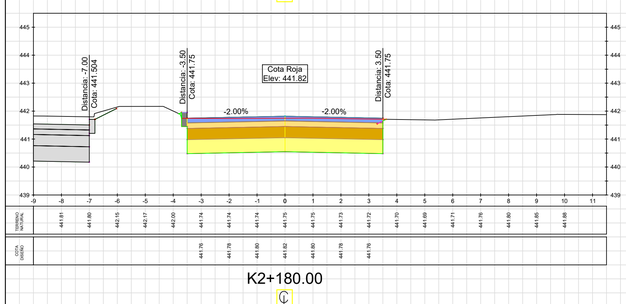
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO SECCIONES TRANSVERSALES EJE - SENTIDO N_S - TRAMO 3		**FECHA:** MARZO 2026	**VERSIÒN:**
UBICACIÒN: VILLAVICENCIO META	**PLANO Nº.** 02/24	**ESCALA:** 1:100	**ARCHIVO:**



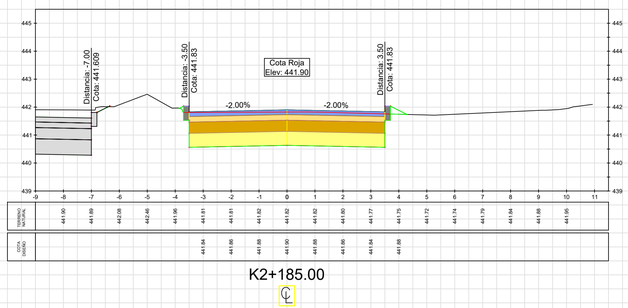




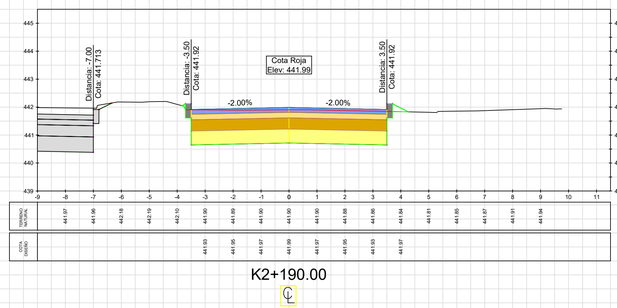
K2+165.00



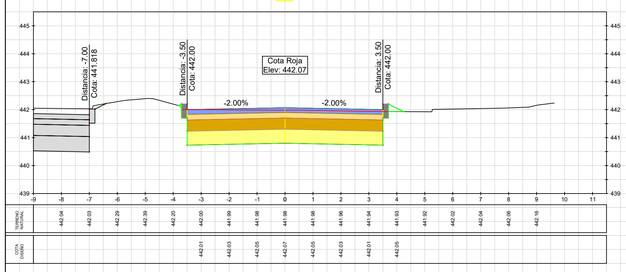
K2+170.00



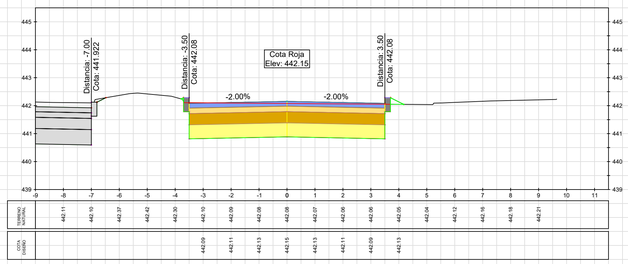
K2+175.00



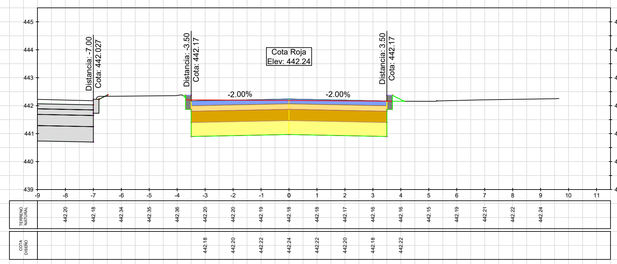
K2+180.00



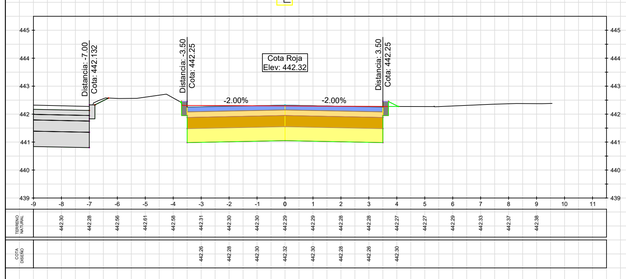
K2+185.00



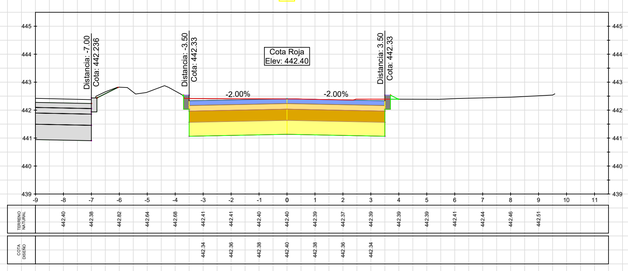
K2+190.00



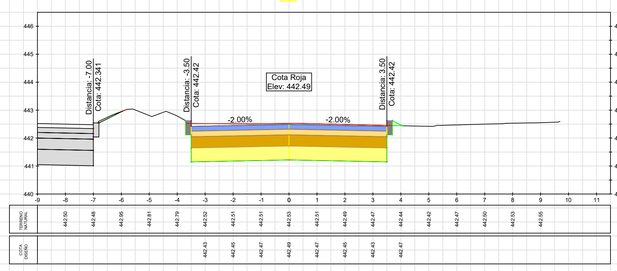
K2+195.00



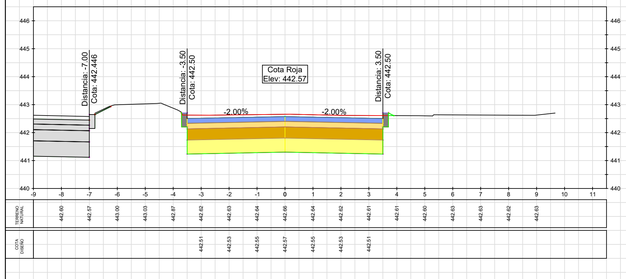
K2+200.00



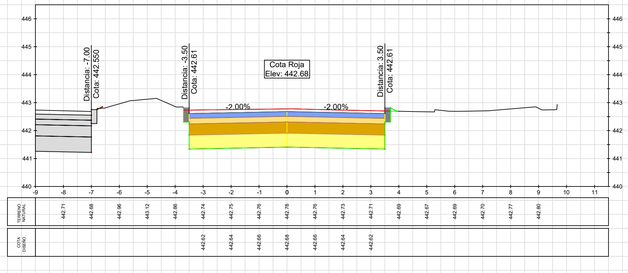
K2+205.00



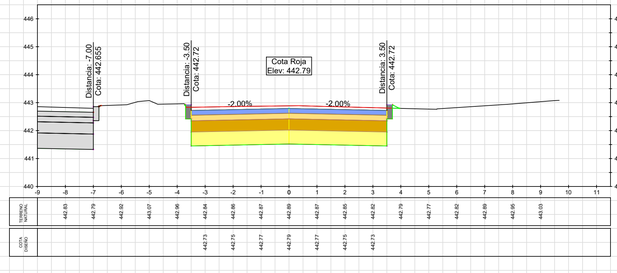
K2+210.00



K2+215.00



K2+220.00



AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META
NIT. 900220547-5

DISEÑO:
ING ESP. CAMILO ALBERTO ALFARO ARIAS
MP. Nº 25202-097222 CND

APROBÒ:
ING ESP. ANDRÉS FELIPE MACKENZIE
MP. Nº 25202-09086 CDN

DIBUJO:
ING ESP. DANIEL SANTIAGO SILVA SAAVEDRA
MP. Nº 25202-434993 CND

REVISÒ:
ING ESP. MIGUEL ÁNGEL SALGADO PACHECO
MP. Nº 25202-097298 CDN

MODIFICACIONES:
MEJORAMIENTO DEL TRAMO UNO DE LA AVENIDA AL LLANO DESDE LA GLORIETA DEL BARRIO LA GRAMA HASTA LA CARRERA 23 CON CALLE 37 B, EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META.

FECHA: 06/03/2026

PROYECTO:
ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA DEL LLANO EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META

CONTIENE:
DISEÑO GEOMÉTRICO
SECCIONES TRANSVERSALES
EJE - SENTIDO N_S - TRAMO 3

FECHA: MARZO 2026

VERSIÒN:

UBICACIÒN: VILLAVICENCIO META

PLANO Nº. 03/24

ESCALA: 1:100

ARCHIVO: