



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**PROPUESTA DE CONECTIVIDAD VIAL ENTRE
EL BARRIO LOS ÁLAMOS CON EL CASCO
URBANO DEL MUNICIPIO DE VENEZIA**

Autor

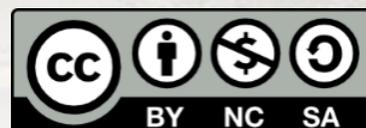
Sebastián Colorado Restrepo

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental

Medellín, Colombia

2021



PROPUESTA DE CONECTIVIDAD VIAL ENTRE EL BARRIO LOS ÁLAMOS CON EL
CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE VENECIA

Sebastián Colorado Restrepo

Informe de práctica
como requisito para optar al título de:
Ingeniero Civil

Asesores:

Yenni Mariana Ramírez Mazo, Ingeniera civil
Ervinson Alfredo Vásquez Morales, Arquitecto

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2021

TABLA DE CONTENIDO

1	RESUMEN.....	6
2	INTRODUCCIÓN	7
3	OBJETIVOS.....	9
3.1	General.....	9
3.2	Específicos.....	9
4	MARCO TEÓRICO	9
4.1	Clasificación de vías	9
4.2	Estudios o diseños necesarios para la ejecución de un proyecto vial.....	10
4.2.1	Estudio o levantamiento topográfico.....	10
4.2.2	Estudio de Tránsito, capacidad y niveles de servicio.....	10
4.2.2.1	Tránsito promedio diario (TPD)	10
4.2.2.2	Clasificación vehicular.....	10
4.2.2.3	Peso vehicular y peso por eje.....	11
4.2.2.4	Factor de equivalencia de carga.....	12
4.2.2.5	Número de ejes equivalentes de diseño	13
4.2.3	Estudio geotécnico	13
4.2.4	Diseño geométrico.....	14
4.2.4.1	Alineamiento horizontal.....	14
4.2.4.2	Alineamiento vertical.....	17
4.2.4.3	Diseño transversal	19
4.2.5	Diseño de la estructura de pavimento	19
4.2.5.1	Pavimento flexible	19
4.2.5.2	Pavimento Rígido.....	20
4.2.5.3	Métodos de diseño de pavimentos	21
4.2.6	Presupuesto.....	22
4.2.6.1	Análisis de Precios Unitarios	23
4.2.6.2	Costo directo	23
4.2.6.3	Costo indirecto	23
5	METODOLOGÍA	24
6	RESULTADOS Y ANÁLISIS	26
6.1	Revisión bibliográfica.....	26
6.2	Recopilación de Resultados de Estudios de Tránsito, Topográfico y Geotécnico	28
6.2.1	Recopilación de Resultados del Estudio de Tránsito	28
6.2.1.1	Tránsito Promedio Diario (TPD)	29
6.2.1.2	Volumen horario del proyecto	30
6.2.1.3	Número de ejes equivalentes de diseño	31

6.2.1.4	Tránsito promedio diario por cada tipo de vehículo para el año 2021.....	31
6.2.2	Recopilación de Resultados del Estudio Topográfico.....	32
6.2.3	Recopilación de Resultados del Estudio Geotécnico	34
6.2.3.1	Resumen de ensayos de laboratorio.....	35
6.2.3.2	Perfil Estratigráfico	36
6.2.3.3	Capacidad de la Subrasante	37
6.2.3.4	Recomendaciones geotécnicas.....	39
6.3	Diseño Geométrico	39
6.3.1	Diseño del Alineamiento Horizontal.....	39
6.3.1.1	Limitaciones según el PBOT de Venecia – Antioquia	39
6.3.1.2	Velocidad de Diseño del tramo homogéneo (VTR)	39
6.3.1.3	Línea de tendencia	40
6.3.1.4	Velocidad Específica	41
6.3.1.5	Peralte máximo	42
6.3.1.6	Radio de curvatura mínimo.....	42
6.3.1.7	Resultado de alineamiento horizontal.....	42
6.3.2	Peralte.....	44
6.3.2.1	Valores de pendiente longitudinal para rampas de peraltes.....	44
6.3.2.2	Factor de ajuste para el número de carriles girados	45
6.3.2.3	Resultado de Peralte.....	45
6.3.3	Perfil longitudinal.....	47
6.3.3.1	Perfil longitudinal del terreno	47
6.3.3.2	Valor de Kmín.....	47
6.3.3.3	Trazado de alineamiento vertical	48
6.3.3.4	Pendiente máxima por tangente vertical	50
6.3.4	Cálculo de la Cota Rasante.....	51
6.3.5	Sección transversal de la vía	53
6.4	Diseño de la estructura de pavimento.....	61
6.4.1	Parámetros de Diseño.....	61
6.4.2	Diseño utilizando el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS.....	67
6.4.2.1	Categoría de Tránsito	67
6.4.2.2	Clasificación de la subrasante	67
6.4.2.3	Material de soporte para el pavimento.....	67
6.4.2.4	Valor de resistencia a la flexotracción del concreto (Módulo de rotura)....	68
6.4.2.5	Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral	68

6.4.2.6	Resumen de las variables consideradas en el diseño del pavimento	68
6.4.2.7	Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T1 como factor principal.....	69
6.4.2.8	Determinación de la longitud de losa.....	70
6.4.2.9	Selección de barras de anclaje en Juntas longitudinales	70
6.4.2.10	Transferencias de cargas entre losas y confinamiento lateral	71
6.4.2.11	Selección de pasadores en Juntas transversales	71
6.4.3	Diseño de la estructura de pavimento por el método AASHTO-93.....	72
6.4.3.1	Número de ejes equivalentes de diseño por el método AASHTO-93	72
6.4.3.1	Módulo de reacción compuesto de la subrasante (k).....	73
6.4.3.2	Determinación del espesor de pavimento por la fórmula AASHTO-93.....	74
6.4.3.3	Determinación del espesor de pavimento por monograma AASHTO-93 ..	75
6.4.4	Corte de juntas.....	76
6.4.5	Estructura de andenes.....	76
6.4.6	Selección de Bordillos.....	77
6.4.7	Resultado.....	77
6.5	Presupuesto de Obra	82
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS	84
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
9.	ANEXOS.....	89

PROPUESTA DE CONECTIVIDAD VIAL ENTRE EL BARRIO LOS ÁLAMOS CON EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE VENECIA

1 RESUMEN

El barrio Los Álamos está ubicado en la periferia del municipio de Venecia, suroeste antioqueño, dicho barrio presenta problemas de comunicación y conectividad directa con la zona central del municipio, ya que solo cuenta con una vía de acceso, en donde, para los habitantes del barrio Los Álamos, transcurrir por esta vía representa un peligro por el alto flujo vehicular que contiene, ya que es la vía principal del municipio y es la conexión entre la subregión del suroeste antioqueño y la capital del departamento. Ante dicha problemática se elaboró una propuesta de conectividad vial entre el barrio Los Álamos y el casco urbano del municipio de Venecia, la cual recopila los resultados de los estudios geotécnico, topográfico y de tránsito del sitio de interés, así como la presentación del diseño geométrico, diseño de pavimento y cálculo del presupuesto estimado para llevar a cabo la propuesta.

Como información relevante de los estudios técnicos, se obtuvo, un CBR de diseño de 4%, módulo de reacción de 34 MPa/m y módulo Resiliente de 40MPa; bajas pendientes del terreno evidenciadas en las curvas de nivel del terreno, y un TPD de 152 vehículos, con una tasa de crecimiento vehicular del 6% anual. Como resultado del diseño geométrico se obtuvo un trazado de vía de 257,57m de longitud, en su mayor proporción recto y con bajas pendientes, sección transversal de ancho de vía de 12m y calzada de 7m. La estructura de pavimento rígido diseñada consta de 22cm de losa de concreto, un espesor de base granular de 15cm y un reemplazo de subrasante de 15cm. El presupuesto para la construcción de la vía tiene un valor total de \$789.299.695,00.

La presente propuesta busca servir como herramienta a evaluar por la Secretaría de Planeación y Obras Públicas del municipio de Venecia, y una vez realizado la obra se espera mejorar las condiciones de movilidad de los habitantes del barrio Los Álamos a través del alcance de un nivel de servicio ideal, cómodo y seguro durante el periodo de vida útil de la vía.

Palabras clave: Propuesta vial, Proyecto Vial, Conectividad Vial, Geotecnia, Tránsito, Topografía, Diseño Geométrico, Estructura de Pavimento, Presupuesto de Obra.

2 INTRODUCCIÓN

Venecia es un municipio localizado en la subregión del Suroeste Antioqueño. Limita por el norte con los municipios de Titiribí y Amagá, por el este con el municipio de Fredonia, por el sur con los municipios de Fredonia y Tarso, por el oeste con los municipios de Concordia y Salgar. Su cabecera dista 60 kilómetros de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia. El municipio posee una extensión de 141 kilómetros cuadrados, presenta una altitud media de 1350 msnm, una población de 11602 habitantes y conformado por 15 veredas y 2 corregimientos (Gobierno municipal de Venecia Antioquia, 2018).

El turismo tiene posibilidad de convertirse en impulsor del desarrollo del municipio, ya que el territorio cuenta con atracciones turísticas como el Cerro Tusa, considerado como la pirámide natural más alta del mundo. Sin embargo, el municipio presenta problemas de movilidad vial y comunicación entre centros poblados, deficiencias que impiden un mejor desarrollo económico del municipio en cuanto al transporte de productos e insumos desde y hacia la cabecera municipal y un posible atraso en el desarrollo turístico del territorio. Adicionalmente se tiene la dificultad de conectividad entre el barrio los Álamos y el casco urbano, lo cual genera un factor de riesgo social y mayor tiempo desplazamiento para sus habitantes. Por esta razón, para el Gobierno Municipal y la Secretaría de Planeación y Obras Públicas es de vital importancia mejorar la infraestructura vial y la comunicación entre centros poblados para mejorar la movilidad de la población y de los turistas. Esto se encuentra pactado en su Plan de Desarrollo Municipal 2020 - 2023 "Volemos Alto", en la línea de acción de Venecia Sostenible, bajo el plan "Ampliación, Conectividad y mejoramiento de las vías en el área rural y urbana", el cual tiene como Proyecto: Conectividad del barrio Los Álamos con el casco urbano del municipio de Venecia, mediante la construcción de un tramo de vía.

El barrio Los Álamos está ubicado en la periferia del municipio de Venecia, habitado aproximadamente por 386 personas y conformado por 171 viviendas (SISBEN, 2020), en su gran mayoría adquiridas por subsidio de vivienda de interés social. El barrio Los Álamos no tiene conectividad directa con la cabecera del municipio de Venecia y sólo cuenta con una vía de acceso; para acceder a la zona central se debe de transitar por la vía principal del municipio (Carrera 52), la cual se encuentra a 160 m del barrio Los Álamos, dicha vía también es la que comunica el municipio con la ciudad de Medellín, por lo tanto, es la vía más transitada de la zona. Adicionalmente, 250 metros de esta vía no cuenta con andenes, 260 metros posee andenes en un solo borde de la vía y algunos de ellos se encuentran en mal estado, tampoco tiene un buen sistema de alumbrado público y en algunas situaciones, cuando la vía Amagá – Bolombolo por alguna eventualidad no puede brindar su servicio de transitabilidad, la carrera 52 se convierte en una vía alterna para los vehículos que se desplazan entre el suroeste antioqueño y la ciudad de Medellín, generando un aumento considerable en el volumen de tránsito en

dicha carrera. Todos estos factores ponen en peligro a los habitantes del barrio Los Álamos que se desplazan del barrio al casco urbano o viceversa (Ver ilustración 1).

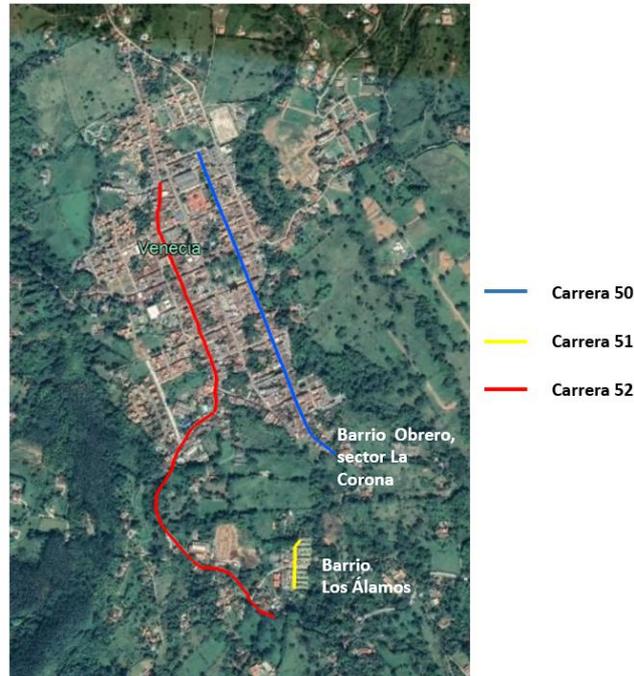


Ilustración 1. Localización del proyecto, zona urbana, municipio de Venecia.
Fuente: Google Earth.

Como solución, se propone plantear una propuesta de conectividad vial entre el barrio Los Álamos y el casco urbano del municipio de Venecia, diseñando un tramo de vía de aproximadamente 260 m, la cual unifique la carrera 51 del barrio Los Álamos con la carrera 50 del barrio Obrero, sector la Corona. De esta forma se lograría la conectividad del barrio con la cabecera del municipio, se incentiva el desarrollo urbano y se garantiza una vía cómoda, segura y rápida para la movilidad de los habitantes del barrio Los Álamos, ya que en esta vía transitarían los vehículos que se dirigen al barrio, adicionalmente, se presentaría un ahorro de trayectoria de 400 m aproximadamente, y ofrecería una mejor accesibilidad de los habitantes del barrio a los servicios que ofrece el municipio como médico, comercial, abastecimiento, educativo, entre otros.

3 OBJETIVOS

3.1 General

Plantear una propuesta de conectividad vial entre el barrio Los Álamos y el casco urbano del municipio de Venecia.

3.2 Específicos

- Identificar conceptos teóricos y normativa vigente que rigen el diseño de una vía urbana y de tercer orden.
- Obtener los parámetros técnicos para el diseño de la vía.
- Realizar el trazado geométrico de la vía, describiendo el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales cada 20 m de la vía.
- Seleccionar una superficie de rodadura acorde con las necesidades impuestas por el tránsito del sector.
- Optimizar las cantidades de obra y los costos asociados al proyecto.
- Recopilar recomendaciones técnicas para la evaluación de la viabilidad del proyecto.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Clasificación de vías

El municipio de Venecia cuenta con un total de 112.7 km de vías, de los cuales 7 km corresponden a vías primarias, 41 km a vías secundarias y los 64.7 km restantes a vías terciarias (Gobierno municipal de Venecia Antioquia, 2020). En donde, las vías de primer orden son aquellos accesos a capitales de departamento y cuya función es la de integrar las principales zonas productivas y de consumo entre sí y estas con los puertos del país y con los demás países, las vías de segundo orden son aquellas que unen las cabeceras municipales entre sí o una cabecera municipal con una vía principal, y las vías de tercer orden son aquellas cuya función es permitir la comunicación entre dos o más veredas de un municipio o con una vía de segundo orden, su volumen de tránsito es inferior a 150 vehículos por día y la población servida en cabecera municipal es inferior a 15.000 habitantes, y en caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías secundarias (INVIAS, 2018). Además, las vías localizadas en suelo calificado como urbano, según el correspondiente instrumento de planeamiento urbanístico como el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) son denominadas como vías urbanas (Ruiz, 2011).

4.2 Estudios o diseños necesarios para la ejecución de un proyecto vial

Para la ejecución de un proyecto vial se requiere de un conjunto de estudios o diseños, los cuales condicionan o están condicionados por el trazado y el diseño geométrico, además, algunos de ellos son indispensables para la ejecución de otros. Algunos son:

4.2.1 Estudio o levantamiento topográfico

El estudio o levantamiento topográfico es un conjunto de acciones realizadas sobre un terreno con herramientas adecuadas para obtener una representación gráfica o plano, el cual debe de especificar la planimetría y altimetría de las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto, de igual forma la especificación de los detalles topográficos de cada uno de los accidentes topográficos más representativos y de afectación directa predial tales como linderos, cercas, arboles, drenajes, muros de contención, gaviones, viviendas y/o construcciones existentes, etc. (Agudelo, 2002).

4.2.2 Estudio de Tránsito, capacidad y niveles de servicio

El estudio de Tránsito, capacidad y niveles de servicio debe ser una de los primeros estudios, principalmente cuando se trata de vías que serán construidas. El estudio de tránsito se encarga de estimar los volúmenes de tránsito esperados en el momento de dar en servicio la vía y su comportamiento a lo largo de la vida útil de esta. El nivel de servicio se refiere a la calidad de servicio que ofrece la vía a los usuarios (Agudelo, 2002).

4.2.2.1 Tránsito promedio diario (TPD)

El Tránsito Promedio Diario (TPD) se refiere a la cantidad promedio de vehículos que circulan por día en un tramo de carretera, se halla efectuando un conteo durante una semana de todos los vehículos que transitan por la vía objeto de estudio (todos los carriles y ambas direcciones), luego se obtiene un promedio diario que se conoce como TPD. La información del TPD se refina estableciendo el porcentaje de vehículos clase A, B ó C. Los conteos pueden ser semanales, mensuales e inclusive anuales, en ese caso a la sigla TPD se le incluye el subíndice "s", "m", o, "a" según sea el caso. El más usual es el TPDs en cuyo caso se refiere a que el conteo se hizo durante una semana.

4.2.2.2 Clasificación vehicular

El Instituto Nacional de Vías INVIAS, por medio de la Resolución 4100 de 2004, clasifica los vehículos en tres grupos, el Tipo A, Tipo B y Tipo C, en donde el primero está conformado por los automóviles, camperos, camionetas, y microbuses, el Tipo B por las busetas y los buses y el tipo C por camiones, tractocamiones, semirremolques, remolques y remolque balanceado. Los vehículos de carga se designan de acuerdo con la configuración de sus ejes de la siguiente manera:

A. Con el primer dígito se designa el número de ejes del camión o del tractocamión (Cabezote)

B. La letra S significa semiremolque y el dígito inmediato indica el número de sus ejes

C. La letra R significa remolque y el dígito inmediato indica el número de sus ejes

D. La letra B significa remolque balanceado y el dígito inmediato indica el número de sus ejes.

4.2.2.3 Peso vehicular y peso por eje

El Instituto Nacional de Vías INVIAS, por medio de la Resolución 4100 de 2004 describe los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional, en las siguientes tablas se muestra el peso máximo por eje y por vehículo de carga. En la Tabla 1 se indica la carga máxima para cada tipo de ejes; en la tabla 2 se registra la información sobre la carga máxima admisible para los vehículos más comunes en el país de acuerdo con esta resolución (INVIAS, 2004).

Tabla 1. Máximo peso por eje para los vehículos de transporte de carga (fuente: resolución 4100 de 2004)

Tipo de eje	Peso máximo por eje, kg
Eje sencillo	
Dos llantas	6,000
Cuatro llantas	11,000
Eje tandem	
Cuatro llantas	11,000
Seis llantas	17,000
Ocho llantas	22,000
Eje tridem	
Seis llantas	16,500
Ocho llantas	19,000
Diez llantas	21,500
Doce llantas	24,000

Tabla 2. Carga máxima admisible por vehículo (fuente: resolución 4100 de 2004)

Vehículos	Designación	Peso bruto vehicular kg	Tolerancia positiva de medición kg
Camiones	2	16,000	+/- 400
	3	28,000	+/- 700
	4	31,000	+/- 775
	4	36,000	+/- 900
	4	32,000	+/- 800
Tracto-camión con semirremolque	2S1	27,000	+/- 675
	2S2	32,000	+/- 800
	2S3	40,500	+/- 1.013
	3S1	29,000	+/- 725
	3S2	48,000	+/- 1.200
	3S3	52,000	+/- 1.300
Remolque	R2	16,000	+/- 400
Camión remolque	2R2	31,000	+/- 775
	3R2	44,000	+/- 1.100
	3R3	48,000	+/- 1.200

4.2.2.4 Factor de equivalencia de carga

El factor de equivalencia de carga es el daño que los vehículos transmiten a la estructura de pavimento representado en un número acumulado con respecto a un eje de referencia, el cual es un eje simple con sistema de rueda doble, con una de magnitud igual a 80 kN (18 kip = 18000 lbs = 8,2 ton). Este factor tiene en cuenta el tipo estructura (rígida o flexible). En los estudios desarrollados por la American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO, el factor de equivalencia de carga AASHTO se obtiene por medio de ecuaciones de regresión obtenidas de los resultados de los ensayos de la prueba AASHTO. La Ecuación 1 define el cálculo del factor de equivalencia para una estructura de pavimento rígida (AASHTO, 1993).

Ecuación 1. Cálculo de factores de equivalencia AASHTO (AASHTO, 1993)

$$Fec = - \frac{W_{t18}}{W_{tx}}$$

$$\text{Log} \frac{W_{tx}}{W_{t18}} = 4.62 \text{ Log} (18+1) - 4.62 \text{ Log} (L_x + L_2) + 3.28 \text{ Log} (L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \text{Log} \frac{4.5 - Pt}{4.5 - 1.5} \quad \beta_x = 1 + \frac{3.63 (L_x + L_2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} (L_2)^{3.52}}$$

Donde W_{tx} es el número de x aplicaciones de carga por eje al final del tiempo; W_{t18} el número de aplicaciones de carga de un eje simple de 18 kips (80 kN) para el tiempo t ; L_x es la carga en kip de un eje simple, un conjunto de ejes en tándem, o un conjunto de ejes trídem; L_2 es un código de eje (1 para eje simple, 2 para ejes tándem, y 3 para ejes trídem); D es el espesor de la losa; P_t es el índice de servicio final, el cual indica la condición del pavimento al ser considerado que falla; G_t es función de P_t ; y B_{18} es el valor de B_x cuando L_x es igual a 18 kips y L_2 es igual a 1 (AASHTO, 1993).

El factor de equivalencia de carga también se puede calcular por medio de un promedio ponderado teniendo en cuenta los porcentajes de cada vehículo comercial, con respecto al tránsito promedio diario, y los valores de factor camión, en donde los más utilizados en Colombia son los obtenidos por el MOPT-INGEROUTE y la Universidad del Cauca (Tabla 3); a partir de estos valores se puede estimar el factor camión para cualquier tramo de la red nacional de carreteras.

Tabla 3. Factores de equivalencia (fuente: Montejo, 2010)

Tipo de vehículo	Factores de equivalencia (o Factores de camión)	
	Mopt-Ingeroute	U del Cauca (1996)
C2 pequeño		1,14
	1,40 (promedio)	
C2 grande		3,44
C3	2,40	3,76
C2-S1		3,37
C4	3,67	6,73
C3-S1		2,22
C2-S2		3,42
C3-S2	4,67	4,40
C3-S3	5,00	4,72
Bus P 600		
	0,20 (promedio)	0,40
Bus P 900		1,00
Buseta		0,05

4.2.2.5 Número de ejes equivalentes de diseño

El número de ejes equivalentes de diseño (N o W18) es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado. Se determina a partir de la siguiente ecuación (Montejo, 2010).

Ecuación 2. Numero de ejes equivalentes. (Fuente: Montejo, 2010).

$$N = TPD * \frac{A}{100} * \frac{B}{100} * Fcp * 365 * \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln(1 + r)}$$

Donde

N= número de ejes equivalentes de diseño

TPD= Tránsito promedio diario.

A= Factor distribución

B= Porcentaje de vehículos comerciales

Fcp= Factor camión ponderado.

r= Tasa de crecimiento.

n= Periodo de Diseño.

4.2.3 Estudio geotécnico

Antes de ejecutar cualquier obra o proyecto, es necesario conocer las características físicas y mecánicas del terreno involucrado. Según la NSR-10, un estudio geotécnico es el conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la estructura (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Para el estudio de suelos se hace necesario realizar los siguientes pasos: la exploración, su caracterización, sus propiedades y su capacidad de soporte. Para la caracterización de los suelos se hace necesario conocer: la textura, la forma de los granos, la granulometría, la plasticidad. Para conocer las Propiedades físico – mecánicas se requiere: análisis granulométrico siguiendo la norma INV-E 106-13 y ASTM D-422, constantes físicas según la norma ASTM D-4318, clasificación de los suelos de acuerdo con SUCS y AASHTO y la capacidad de soporte (CBR) según norma INV-E 148-13 y AASHTO T193. para determinar la resistencia de suelos es común usar la prueba de CBR (California Bearing Ratio) o valor relativo de soporte, desarrollado por la División de Carreteras de California, el CBR representa la relación, en porcentaje, entre el esfuerzo requerido para penetrar un pistón cierta profundidad (0.1" o 0.2") dentro del suelo ensayado y el esfuerzo requerido para penetrar un pistón igual, a la misma profundidad, dentro de una muestra patrón de piedra triturada. El valor relativo de soporte (CBR) se expresa en porcentaje y se define como la relación entre la carga unitaria aplicada que produce cierta deformación en la muestra de suelo requerida, para producir igual deformación en una muestra patrón (INVIAS, 2008).

4.2.4 Diseño geométrico

El diseño geométrico se encarga de determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía, velocidades, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura. El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual, pero dependen entre sí, y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente. Estos tres elementos son:

4.2.4.1 Alineamiento horizontal

Es la proyección del eje vial, mediante el cálculo de pendiente, radio de curvatura, entretangencia mínima, distancia de visibilidad, y finalmente corte y llenos, formando un plano horizontal con coordenadas norte y este (Agudelo, 2002). A continuación, se define los parámetros más utilizados en el alineamiento horizontal.

Línea de tendencia: Es una línea que consiste en obtener una poligonal abierta compuesta de líneas rectas y unida por sus extremos de modo que se ajuste lo mejor posible a la línea de ceros (Cárdenas, 2002).

Las curvas circulares simples: Las curvas circulares simples se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que son utilizados para unir dos

alineamientos rectos de una vía. Una curva circular simple (CCS) está compuesta de los siguientes elementos (Cárdenas, 2002).

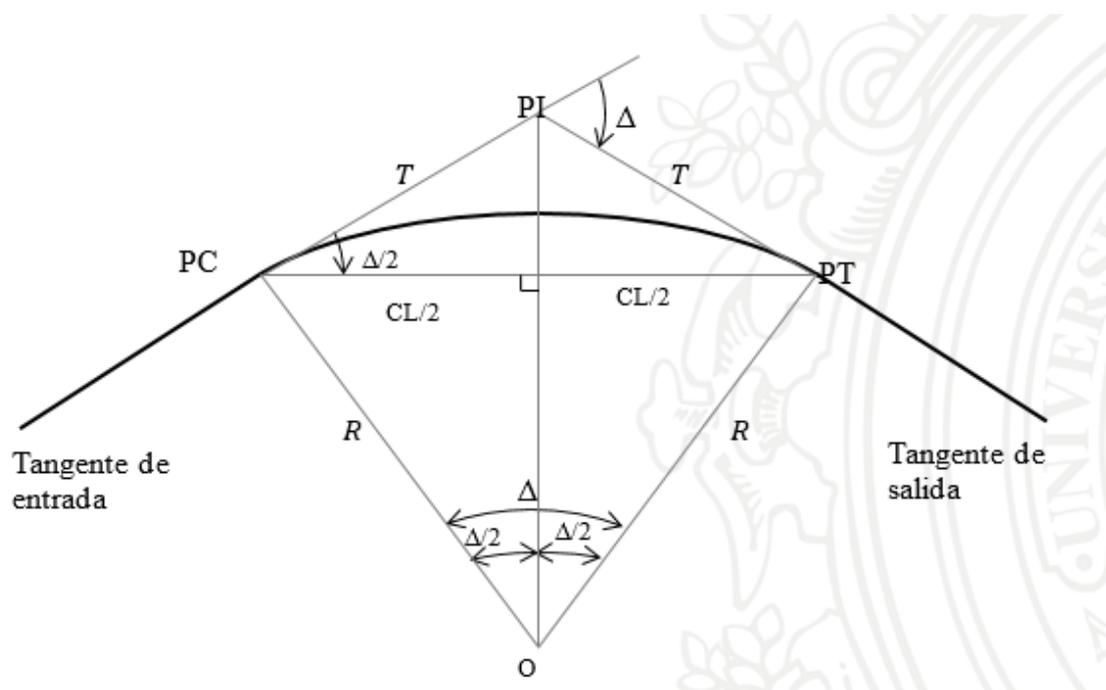


Ilustración 2. Elementos del alineamiento horizontal (INVIAS, 2008)

Ángulo de deflexión [Δ]: El que se forma con la prolongación de uno de los alineamientos rectos y el siguiente. Puede ser a la izquierda o a la derecha según si está medido en sentido anti-horario o a favor de las manecillas del reloj, respectivamente. Es igual al ángulo central subtendido por el arco (Δ) (Cárdenas, 2002).

Tangente [T]: Distancia desde el punto de intersección de las tangentes (PI) (Cárdenas, 2002)

Ecuación 3. Tangente (Cárdenas, 2002).

$$T = R \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Donde R es el radio de curvatura y Δ el ángulo de deflexión.

Radio [R]: El de la circunferencia que describe el arco de la curva. (Cárdenas, 2002)

Cuerda larga [CL]: Línea recta que une al punto de tangencia donde comienza la curva (PC) y al punto de tangencia donde termina (PT) (Cárdenas, 2002).

Externa [E]: Distancia desde el PI al punto medio de la curva sobre el arco. (Cárdenas, 2002)

Longitud de la curva [L]: Distancia desde el PC hasta el PT recorriendo el arco de la curva, o bien, una poligonal abierta formada por una sucesión de cuerdas rectas de una longitud relativamente corta (Cárdenas, 2002).

Ecuación 4. Longitud de curva (Cárdenas, 2002).

$$L_c = R * \Delta$$

Donde R es el radio de curvatura y Δ el ángulo de deflexión.

Principio de la curva (PC): punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva. Esta se calcula sumándole a la abscisa del punto inicial la distancia de cada tramo y restándole las tangentes correspondientes a las curvas sujetas a ese tramo (Agudelo, 2002).

Principio de tangente (PT): Punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida. Se calcula sumándole a la abscisa del PC la longitud de la curva (Agudelo, 2002).

Entretangencia: Se denomina entretangencia de dos curvas horizontales circulares consecutivas a la longitud del alineamiento recto entre el PT de la primera curva y el PC de la segunda. El valor mínimo que debe aplicarse a la entretangencia depende del sentido de las curvas (Cárdenas, 2002).

Peralte: Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas en la calzada de una carretera. Las longitudes de transición se consideran a partir del punto donde el borde exterior del pavimento comienza a elevarse partiendo de un bombeo normal, hasta el punto donde se forma el peralte total de la curva. La longitud de transición está constituida por dos tramos principales: 1) la distancia (N) necesaria para levantar el borde exterior, del bombeo normal a la nivelación con el eje de la vía, llamado aplanamiento y 2) la distancia (L) necesaria para pasar de este punto al peralte total en la curva circular. Los elementos del peralte se determinan utilizando las siguientes ecuaciones (INVIAS, 2008):

Ecuación 5. Longitud del punto donde el peralte es cero al punto del peralte total en la curva circular. (INVIAS, 2008).

$$L = w * n * b_w * \left(\frac{e_f - e_i}{\Delta s} \right)$$

Ecuación 6. Aplanamiento. (INVIAS, 2008).

$$N = \frac{BN * L}{e_f}$$

Ecuación 7. Longitud total de transición. (INVIAS, 2008).

$$L_t = L + N$$

Donde, L: Longitud del punto donde el peralte es cero al punto del peralte total en la curva circular o escorrentía, w: ancho del carril, n: número de carriles, b_w : Factor de ajuste debido al número de carriles que giran, e_f : peralte al finalizar el tramo de transición o peralte total, en porcentaje (%), e_i : peralte

al iniciar el tramo de transición, en porcentaje (%), Δs : Inclinación longitudinal de la rampa de peraltes, en porcentaje (%), N: Distancia de aplanamiento o desvanecimiento de bombeo, BN: Bombeo normal (vía pavimentada BN = 2%) y Lt: Longitud total de transición (INVIAS, 2008).

4.2.4.2 Alineamiento vertical

EL alineamiento vertical es el perfil longitudinal de la vía y del terreno con las respectivas cotas y abscisas, se obtiene a partir de la información obtenida en el alineamiento horizontal compuesto por distancias horizontales y pendientes (Agudelo, 2002).

Curvas Verticales: Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, con el fin de que se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado una vía de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en su origen se denomina PCV, y PTV al punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le designa como PIV, y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se le representa por la letra "A" (INVIAS, 2008).

Tipos de curvas verticales: Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales cóncavas y convexas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas. En la siguiente figura se indican las curvas verticales cóncavas y convexas y la forma de como determinar la diferencia algebraica de pendiente "A" (INVIAS, 2008).

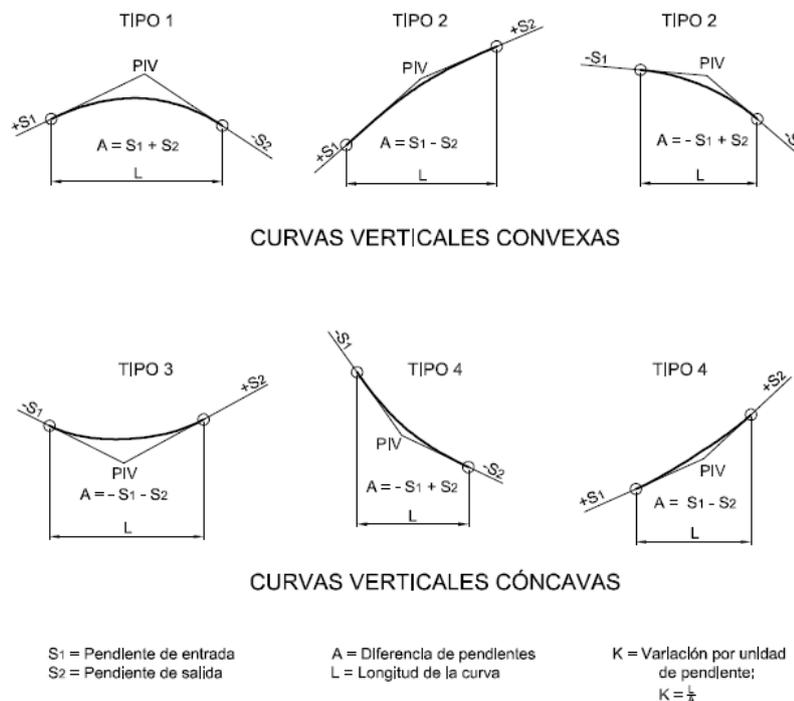


Ilustración 3. Tipos de curvas verticales cóncavas y convexas (INVIAS, 2008)

Elementos de la curva vertical simétrica: A continuación, se muestran los principales elementos que confirman la curva vertical simétrica.

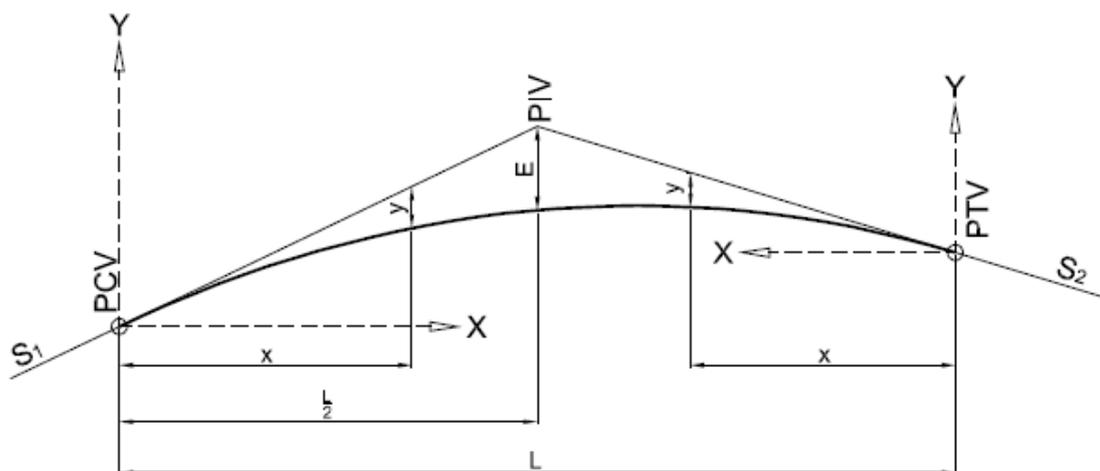


Ilustración 4. Elementos de la curva vertical simétrica (INVIAS, 2008)

PCV: Principio de la curva vertical.

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV: Terminación de la curva vertical y principio tangente vertical

S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%).

S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%).

L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal. se calcula mediante la expresión:

Ecuación 8. Longitud de curva vertical mínima

$$L_{min} = k_{min} * A$$

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%). Se calcula utilizando la ilustración 3.

K: Parámetro igual a la relación L/A (distancia horizontal, en metros necesaria para tener un cambio de pendiente de uno por ciento (1%) a lo largo de la curva).

E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, dada en metros. se calcula mediante la expresión:

Ecuación 9. Externa (INVIAS, 2008)

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

x: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la expresión:

Ecuación 10. Ordenada Vertical en cualquier punto (INVIAS, 2008)

$$y = x^2 \frac{A}{200 * L}$$

4.2.4.3 Diseño transversal

El diseño transversal consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas, en donde, se puede observar las principales características no solo del terreno, sino también de la vía, que permiten además realizar cálculos de áreas y volúmenes que representan taludes de corte o de lleno (Agudelo, 2002).

Cálculo de volumen: Una vez realizado el cálculo de las áreas se pueden determinar los volúmenes suponiendo que entre cada par de secciones consecutivas existe un sólido geométrico asociado a un prismoide. Se puede emplear la siguiente ecuación (Montoya, 2013):

Ecuación 11. Volumen de secciones mixtas (Montoya, 2013)

$$A = \frac{L * (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2})}{3}$$

Donde L es la longitud que separa las secciones, A₁ es el área de la sección inicial y A₂ es el área de la sección consecutiva.

Nota: Esta clasificación se hace sobre el “tipo de área”, si esta es de corte o de lleno. Por ejemplo, si se tienen dos secciones consecutivas mixtas, se debe calcular un volumen de corte y un volumen de lleno entre secciones.

4.2.5 Diseño de la estructura de pavimento

Una estructura de pavimento es un conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Básicamente existen dos tipos de pavimentos, el pavimento flexible y el rígido.

4.2.5.1 Pavimento flexible

Este tipo de pavimento está compuesto por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Presenta las siguientes capas:

Sub-base: Es un material granular grueso compuesto por triturados, arena y material grueso, cumple una función de economía ya que ahorra dinero al poder transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente de material de sub-base (no siempre se emplea en el pavimento). Impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen disminuyendo su calidad (Montejo, 2010).

Base: Mezcla de agregado grueso con fragmentos duros y resistentes de piedra, grava o escoria y agregado fino. Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. Regularmente esta capa además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores Además tiene una función económica (respecto a la Carpetas) (Montejo, 2010).

Capa superficial: Esta es la capa superior y la capa que entra en contacto con el tráfico. Puede estar compuesta por uno o varias capas asfálticas. Esta capa cumple con la función de generar una adecuada superficie de rodamiento, impermeabilidad y resistencia a la tensión, la cual complementa la capacidad estructural del pavimento (Montejo, 2010).

4.2.5.2 Pavimento Rígido

El pavimento rígido está constituido, fundamentalmente, por una losa de concreto hidráulico, en algunas ocasiones presenta un armado de acero, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase. El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas (Montejo, 2010).

Base Granular: Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de sub rasante la pueda soportar. También cumple con la acción de impedir el bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento y mejorar el drenaje (Montejo, 2010).

Losa de concreto hidráulico: Esta es la capa superior y la capa que entra en contacto con el tráfico. Esta capa cumple con la función de generar una adecuada superficie de rodamiento, impermeabilidad, resistencia a la tensión, la cual complementa la capacidad estructural del pavimento, y cumplir con la función estructural de soportar y transmitir los esfuerzos que le apliquen.

4.2.5.3 Métodos de diseño de pavimentos

Dependiendo del tránsito esperado y su correspondiente composición, las características físicas y mecánicas del suelo de la subrasante y la vida útil, se define, a partir de una serie de cálculos, el espesor y características de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento (Agudelo, 2002). A continuación, se muestra los métodos de diseño, más utilizados en Colombia, para la estructura de pavimento rígido.

Método de Portland Cement Association (PCA): La metodología de PCA – 98 para pavimento rígido está basado, casi en su totalidad, en conceptos de mecánica de materiales más que empíricos. El método es aplicable a los diversos tipos de pavimentos rígidos de concreto simple, de concreto simple con pasadores de carga, de concreto reforzado y con refuerzo continuo. Maneja criterios de diseño como la fatiga, para proteger al pavimento contra la acción de los esfuerzos producidos por la acción repetida de las cargas y la erosión, para limitar los efectos de la deflexión del pavimento en los bordes de las losas, juntas y esquinas controlando así la erosión de la fundación y de los materiales de las bermas. La PCA utiliza el análisis de espectro de carga para calcular los esfuerzos y deformaciones debido a varias cargas y configuraciones de ejes, los cuales se pueden determinar por medio de fórmulas, cartas de influencia y elementos finitos (García, 2002).

- **Método AASHTO 1993:** Este método está desarrollado en la publicación AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, este método incluye parámetros tales como drenaje, erosionabilidad de la base granular y la presencia de bermas buscando así incorporar el mayor número posible de variables en el diseño del pavimento. De manera general, el método permite determinar un espesor D de la estructura de pavimento que soportará el paso de un número W 18 de ejes equivalentes de 8 2 ton, 82 kN ó 18000 lbf sin que se produzca una disminución en el índice de servicio (PSI) superior a un cierto valor (supuesto en el pre dimensionamiento). En el método AASHTO, el espesor del pavimento de concreto se determina con base en la siguiente ecuación.

Ecuación 12. Determinación de espesor de pavimento, método AASHTO-93. (Fuente: AASHTO, 1993)

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

En donde:

- W_{82} = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del período de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_i = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_d = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

- **Método del Instituto Nacional de Vías, INVIAS:** El Instituto Nacional de Vías presenta un manual para el diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, el cual sigue las recomendaciones de los métodos AASHTO-93 y la PCA-84 para la elaboración de las cartas de diseño que se proponen en el catálogo de estructuras. El objetivo del manual es el de establecer un catálogo de diseño de estructuras en función de las variables más importantes que inciden en la determinación de los espesores y calidades de las capas. Los resultados se presentan tabulados en función de las variables seleccionadas, en donde el espesor se elige a partir del tipo de tránsito (T#), del tipo de suelo (S#), teniendo en cuenta la capacidad de soporte de la sub rasante, también se define si el pavimento tendrá dovelas (D) o no (ND) y bermas laterales (B) o (NB), luego se escoge el tipo de soporte sobre el que se desea construir el pavimento (SN, BG, o BEC) y finalmente se elige la calidad del concreto (MR#) y en la casilla en donde coincidan todas las variables escogidas se lee el espesor en centímetros que debe tener la losa, que cumple con las condiciones fijadas (INVIAS, 2008).

4.2.6 Presupuesto

El presupuesto es la estimación económica total de una obra de construcción, el cual tiene como finalidad dar una idea aproximada y lo más real posible del precio de la ejecución del proyecto. El presupuesto se calcula luego de realizar todos los diseños y estudios que comprende el proyecto, y se

determina a partir del cálculo y recopilación de cantidades de obra, precios y rendimiento de materiales, equipos y mano de obra, análisis de precios unitarios, costos indirectos (Administración, Utilidad e imprevistos – AIU) y luego, el costo total de la obra (Agudelo, 2002).

4.2.6.1 Análisis de Precios Unitarios

El análisis de precio unitario es el costo, por unidad de medida, de cada una de las actividades o partidas que conformaran el proyecto, su análisis debe ser riguroso y se debe incluir los recursos necesarios para su total y completa ejecución de dicha actividad. Se compone de los siguientes apastados, cuya sumatoria permitirá obtener este valor por unidad de medida (Duarte y Martínez, 2002).

- **Material:** Cantidad de materiales que se utilizaran para ejecutar una unidad de medida establecida, considerando su rendimiento, desperdicios y transporte.
- **Mano de obra o Cuadrilla:** Cantidad de personas necesarias para ejecutar una anidad de medida establecida, considerando su pago y rendimientos.
- **Herramientas, equipos y/o maquinaria:** Corresponde a la herramienta usada por los obreros, herramientas de motor o que requieren de fuentes de poder y/o maquinas complejas, necesarias para la correcta ejecución de la unidad de medida de la actividad en cuestión, con su respectivo rendimiento.

4.2.6.2 Costo directo

El costo directo de una obra está dado por la suma de los costos parciales en la hoja de cálculo del presupuesto, los cuales están directamente relacionados con la obra de construcción. Los costos parciales son resultado de multiplicar los precios unitarios por las cantidades totales de obra. Incluye el valor de los materiales, la mano de obra, los equipos, herramientas y el transporte (Duarte y Martínez, 2002).

4.2.6.3 Costo indirecto

Son los gastos generales que permiten la ejecución de los trabajos que atañen al proyecto de obra civil y son aquellos que no pueden aplicarse a una partida específica. Los costos indirectos engloban: gastos de administración, dirección técnica, organización, vigilancia, imprevistos, utilidad, etc.

5 METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología a seguir para el cumplimiento de los objetivos planteados:

1. Revisión bibliográfica sobre el diseño geométrico de vías, el diseño de la estructura de pavimento rígido y el presupuesto de obras civiles: se realizó el debido estudio de documentos oficiales que rigen en el municipio de Venecia con relación a formulación y construcción de un proyecto vial, como el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), de igual forma se consultó el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras estipulado por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), el "Manual de diseño de pavimentos en concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito" para el diseño de la estructura de pavimento y el Método ASSHTO – 93 para el diseño de pavimento rígido. En este capítulo también se describe la alternativa seleccionada sobre el tipo de la estructura de pavimento a utilizar.
2. Recopilación de resultados de estudios de tránsito, topográfico y geotécnico: se recopiló el resultado del estudio de tránsito, en donde se especificó la cantidad de vehículos que en promedio circularán cada día (TPD) y cada semana (TPDS), la composición del TPD y del TPDS de acuerdo a los grupos vehiculares, el comportamiento y tendencia de cada uno, se realizó la consulta de los datos topográficos requeridos para el diseño de la estructura de pavimento, como las curvas de nivel del terreno donde se piensa construir la vía, de igual forma, el modelo digital con las características mencionadas anteriormente, de igual forma se consultó el estudio geotécnico en el sitio de interés, en el cual se especificó las características físicas, la capacidad de soporte del terreno para cimentación, la caracterización del suelo, los parámetros geotécnicos que fueron requeridos para el diseño y recomendaciones geotécnicas requeridos para mitigar los efectos de los problemas geotécnicos que se puedan observar.
3. Diseño geométrico: en esta sección se elaboró el diseño del alineamiento horizontal que mejor se adaptará al terreno, es decir, la proyección del eje vial, mediante el cálculo de pendiente, radio de curvatura, entretangencia mínima, distancia de visibilidad, y finalmente corte y llenos, de igual forma se elaboró el perfil longitudinal de la vía y del terreno con las respectivas cotas y abscisas, a partir de la información obtenida en el alineamiento horizontal, donde se diseñó tramos rectos o tangentes en el plano vertical enlazándolos por medio de curvas verticales cumpliendo con los requisitos necesarios para proporcionar comodidad y visibilidad en la vía. Además, se elaboró la sección transversal en cada 20 m en tramos rectos y 10m en curvas horizontales, en el cual, se puede observar las principales características no solo del terreno, sino también de la vía, que permitió además realizar cálculos de áreas y volúmenes que representan taludes de corte o de lleno.

4. Parámetros de Diseño: se identificó y definió los parámetros para el diseño de estructura de pavimento, como la capacidad de soporte de la subrasante con base en los estudios geotécnicos, la variable tránsito, como el tránsito promedio diario (TPD), el número de ejes equivalentes de diseño, período de diseño, tipo de soporte donde se piensa construir la estructura de pavimento, la calidad y resistencia del concreto, ancho de la vía, transferencia de carga entre losas y confinamiento lateral, entre otros parámetros requeridos.
5. Diseño de la estructura de pavimento: se diseñó la estructura de pavimento, en donde se determinó los tipos de capas estructurales y sus espesores y el predimensionamiento de las juntas longitudinales, juntas transversales y los elementos de transferencia de cargas entre losas y confinamiento lateral, en donde como guía se empleó el método del manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito estipulado por el INVIAS, utilizando los catálogos en función de las variables más importantes para la determinación de los espesores de las capas del pavimento, el cual se basa en los métodos de diseños más conocidos en el país como lo son PCA-84 y la AASHTO.
6. Presupuesto de Obra: En este capítulo se realizó el cálculo de cantidades de obra de los elementos que conforman la estructura de pavimento, como el concreto, acero, bordillos, mortero, sellante para juntas y demás materiales o elementos necesarios para la ejecución del proyecto, además, se solicitó información sobre los precios de los materiales requeridos para la construcción de la estructura de pavimento, según los convenios y acuerdos que presenta la alcaldía de Venecia con los proveedores de dichos materiales, posteriormente se realizó los análisis de precios unitarios (APU), teniendo en cuenta todas las cantidades de obra, los precios de los materiales, su desperdicio y su respectivo valor de transporte, igualmente los rendimientos de las cuadrillas de mano de obra, de los equipos y la maquinaria, y el costo de mano de obra y del personal requerido, con el fin de determinar un subtotal de costos directos, adicionalmente, se realizó el cálculo de los costos por administración, imprevistos y utilidad (AIU) para un subtotal de costos indirectos, y así se obtuvo el valor estimado de la obra.
7. Conclusiones y recomendaciones técnicas y constructivas: Se adjuntaron algunas conclusiones y recomendaciones técnicas a tener en cuenta, importantes a la hora de ejecutar el proyecto.

6 RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1 Revisión bibliográfica

Para el desarrollo de la presente propuesta se consultó fuentes de información normativas y académicas, como documentos oficiales que rigen en el municipio de Venecia con relación a formulación y construcción de un proyecto vial, como el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) y el acuerdo N° 026 de 2000 (09 de diciembre), por el cual se expide el estatuto municipal de planeación, usos del suelo, urbanismo y construcción para el municipio de Venecia, Antioquia, en donde se estipula los retiros a afluentes, las dimensiones de la zona vial, el ancho de calzada, ancho de andén y antejardín que debe cumplir las vías proyectadas, las pendientes mínimas y máximas de las vías urbanas, entre otros aspectos normativos. Para obtener las características físicas y mecánicas del suelo y el comportamiento vehicular se consultó en los archivos de la Secretaría de Planeación y Obras Públicas estudios geotécnicos y de tránsito en las zonas más aledañas al sitio de interés. De igual forma se consultó el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras estipulado por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), en donde se describe todo el procedimiento a seguir para realizar el alineamiento horizontal, vertical y transversal de una vía; para el diseño de la estructura de pavimento se tomó como guía el "Manual de diseño de pavimentos en concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito", ya que es un manual práctico, sencillo a seguir y sigue las recomendaciones de los métodos AASHTO-93 y la PCA-84, el cual tiene como objetivo establecer un catálogo de diseño de estructuras en función de las variables más importantes que inciden en la determinación de los espesores y calidades de las capas y los resultados se presentan tabulados en función de las variables seleccionadas. También se realizó el debido estudio de la metodología de diseño de AASHTO – 93 para pavimento rígido, con el fin de verificar el cumplimiento del espesor de la losa de concreto obtenido con el manual del INVIAS. Para elaborar el presupuesto de obra se tomó como guía formatos de presupuestos de obras ya ejecutadas en el municipio de Venecia. También se consultó las especificaciones generales de construcción de carreteras, estipulado por el INVIAS, con el fin de describir los procedimientos correctos a la hora de ejecutar las actividades relacionadas con la construcción de una vía y los parámetros que debe cumplir los materiales a utilizar. Para consulta complementaria se utilizó fuentes académicas como los libros mencionados a continuación: "Diseño Geométrico de Vías Ajustado al Manual Colombiano" de Agudelo Ospina J. J., "Ingeniería de Pavimentos: Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías" de Montejó Fonseca, A y "Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras-Volumen 2" de Higuera Sandoval C. H.

Con base en la problemática descrita, se hace necesaria la inversión de recursos para garantizar a la comunidad del barrio Los Álamos una vía de comunicación con el casco urbano del municipio de Venecia en condiciones óptimas que permitan una mejor movilidad y condiciones de vida. Según lo encontrado en la bibliografía estudiada, se plantean dos alternativas de solución para dichas condiciones de movilidad, las cuales son:

1. Construcción de Pavimento Rígido.
2. Construcción de Pavimento Flexible.

La elección entre las dos alternativas fue realizada por medio de la calificación de criterios, los cuales, fueron evaluados en consideración a los impactos que cada una de las alternativas genera en torno a la transformación del presente problema y a la probabilidad que ocurra. Cada uno de estos fue evaluado por medio de una matriz de riesgo, eligiendo una calificación entre bajo, medio y alto, con respecto al impacto y a la probabilidad de cumplimiento de dicho criterio, y posteriormente se define la relación entre Probabilidad-Consecuencia como se muestra a continuación.

Tabla 4. Matriz de Riesgo

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	Trivial	Tolerable	Moderado
MEDIO	Tolerable	Moderado	Importante
ALTO	Moderado	Importante	Crítico

En donde:

- Trivial: Corresponde al criterio que genera un bajo impacto sobre la elección del tipo de pavimento y tiene poca probabilidad de ocurrencia, además no requiere que se tomen medidas específicas.
- Tolerable: El cual no requiere que se tomen medidas específicas, pero se debe realizar comprobaciones periódicas para vigilar que se mantiene el nivel de riesgo.
- Moderado: Se debe de tomar medidas para reducirlo, siempre y cuando los beneficios de aplicar estas medidas superan el valor de los recursos asignados a ello.
- Importante: El cual requiere establecer medidas para reducir el nivel de riesgo, con un seguimiento acorde a las medidas implementadas.
- Crítico: Corresponde al criterio que genera un alto impacto sobre la elección del tipo de pavimento y tiene alta probabilidad de ocurrencia, por lo tanto se requiere establecer medidas de inmediato para reducir el nivel de riesgo, con un seguimiento acorde a las medidas implantadas.

Tabla 5. Criterios de Selección. Elaboración propia

CRITERIOS	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO						CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
	IMPACTO			PROBABILIDAD			RESULTADO	IMPACTO			PROBABILIDAD			RESULTADO
	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	
Mayor costo constructivo			X			X	Critico			X		X		Importante
Menor durabilidad de los materiales			X	X			Moderado			X			X	Critico
Menor Resistencia con el paso del tiempo			X	X			Moderado			X			X	Critico
Menor Vida útil			X	X			Moderado			X			X	Critico
Mayor costo de mantenimiento de la vía		X		X			Tolerable		X				X	Importante
No generación de empleo en el tiempo de la obra		X		X			Tolerable		X		X			Tolerable
Mal drenaje en su vida útil			X	X			Moderado			X			X	Critico
Dificultad Constructiva		X		X			Tolerable		X				X	Importante

Se decide optar por la alternativa de construcción de pavimento rígido por encima de la alternativa de pavimento flexible, por los beneficios y ventajas que este aporta, en donde uno de ellos es el costo, ya que para un periodo de diseño igual, cuando se suman los costos correspondientes al de construcción y mantenimiento, generalmente el pavimento rígido resulta ser más económico, esto se debe principalmente a que los costos de mantenimiento del pavimento rígido son mucho menores y casi nulos, en ocasiones solo se requiere subsanar detalles de sellado de juntas a intervalos de 5 a 10 años, por otra parte, el pavimento de concreto presenta una mayor vida útil que el pavimento asfáltico. Otra ventaja es la durabilidad y la resistencia debido a que el pavimento de concreto resiste mejor las cargas transmitidas por los vehículos pesados, por otra parte, con el paso del tiempo, el concreto gana resistencia, el asfalto se vuelve frágil. Otra ventaja es el drenaje, ya que el pavimento rígido al no deformarse, las superficies de concreto proporcionan un buen drenaje superficial para el flujo de agua de escorrentía.

6.2 Recopilación de Resultados de Estudios de Tránsito, Topográfico y Geotécnico

6.2.1 Recopilación de Resultados del Estudio de Tránsito

El estudio de tránsito se encarga de estimar los volúmenes de tránsito esperados en el momento de dar en servicio la vía y su comportamiento a lo largo de la vida útil de esta (Agudelo, 2002).

A continuación se presenta el resultado del estudio de tránsito realizado en el mes de agosto del año 2019 en el barrio Los Álamos del municipio de Venecia – Antioquia, específicamente en la carrera 51A con la calle 41 (Ver Ilustración 5), en donde, la información primaria para poder estimar el tránsito que circula en el barrio se obtuvo a través de la realización de conteos manuales en la vía por medio de aforos vehiculares en un periodo de 7 días durante 12 horas continuas, entre las 06:00 am y las 06:00 pm. En dichos resultados, se especifica el Tránsito Promedio Diario (TPD), la composición del TPD de acuerdo a los grupos vehiculares, tasa de crecimiento vehicular, factor camión y el número de ejes equivalentes.



Ilustración 5. Localización de Aforo, barrio Los Álamos, municipio de Venecia.
Fuente: Google Earth

6.2.1.1 Tránsito Promedio Diario (TPD)

Tabla 6. Volúmenes diarios de Tránsito barrio los Álamos, Venecia - Antioquia. (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)

VOLÚMENES DIARIOS DE TRÁNSITO													
Conteos Diarios	Autos	Buses	C2 - P	C2 - G	C3	T. DIARIO	% Autos	% Buses	%C2 - P	%C2 - G	%C3	% Total Camiones	% Total
Día 1	36	34	37	26	0	133	27,07	25,56	27,82	19,55	0,00	47,37	100
Día 2	36	24	28	24	0	112	32,14	21,43	25,00	21,43	0,00	46,43	100
Día 3	41	35	23	27	0	126	32,54	27,78	18,25	21,43	0,00	39,68	100
Día 4	35	43	40	29	0	147	23,81	29,25	27,21	19,73	0,00	46,94	100
Día 5	37	34	41	30	0	142	26,06	23,94	28,87	21,13	0,00	50,00	100
Día 6	33	34	44	26	0	137	24,09	24,82	32,12	18,98	0,00	51,09	100
Día 7	34	38	39	32	0	143	23,78	26,57	27,27	22,38	0,00	49,65	100
Promedio Diario - Semanal	36	35	36	28	0	134	26,81	25,74	26,81	20,64	0,00	47,45	100
	252	242	252	194	0	940	26,81%	25,74%	26,81%	20,64%	0,00%	47,45%	100,00%

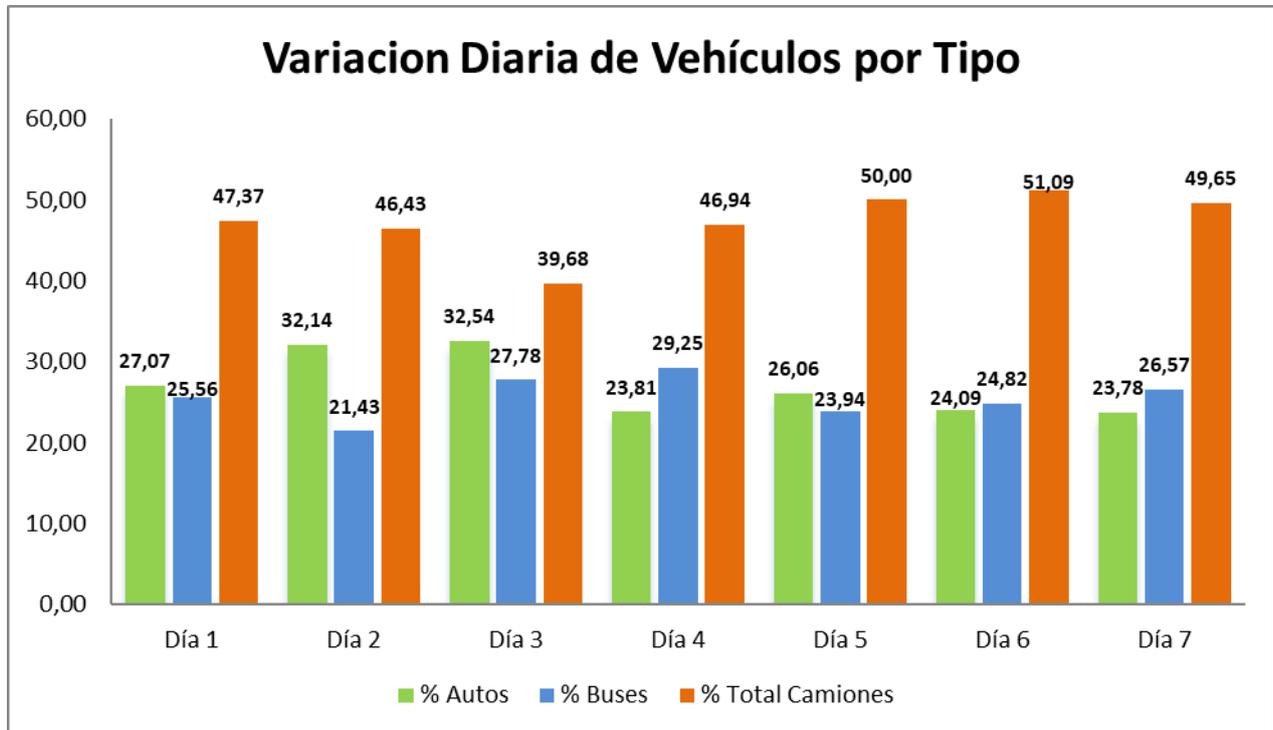
Tránsito promedio diario (TPD) – año 2019: 134 vehículos

Tasa de crecimiento vehicular anual: 6%, zona de bajo tráfico de acuerdo al Manual de diseño de pavimentos para vías con bajos volúmenes de tránsito del INVIAS.

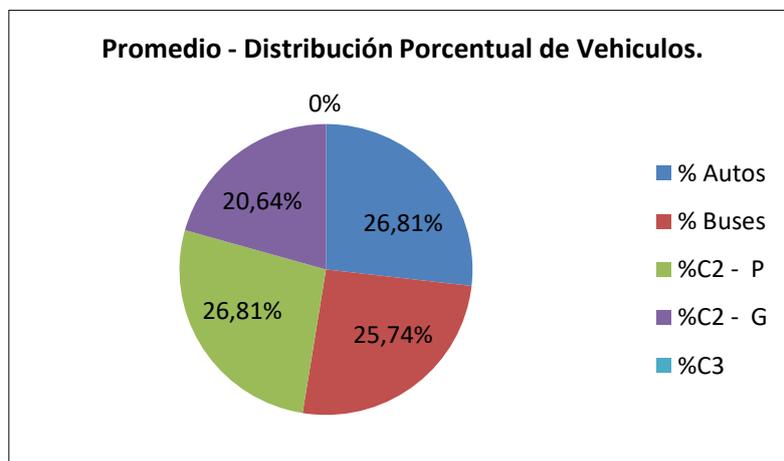
Tabla 7. Tránsito Promedio Diario Año 2021. Elaboración Propia

TPD con tasa de crecimiento del 6%	
Año	TPD
2019	134
2020	143
2021 (Año funcionamiento)	152

A continuación, se muestra la variación del tránsito de acuerdo con el comportamiento promedio de las diferentes composiciones de tráfico presentes y el TPD durante los 7 días de aforo vehicular:



Gráfica 1. Variación diaria de vehículos por tipo, barrio los Álamos, Venecia - Antioquia. (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)



Gráfica 2. Distribución Porcentual de Vehículos, barrio los Álamos, Venecia - Antioquia. (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)

6.2.1.2 Volumen horario del proyecto

$$VHD = 0.2136 * (TPD)^{0.9163} = 0.2136 * (152)^{0.9163} = 21.32$$

6.2.1.3 Número de ejes equivalentes de diseño

Tabla 8. Parámetros para la determinación del Numero de Ejes Equivalentes de Diseño, barrio los Álamos, Venecia - Antioquia. (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)

COMPOSICIÓN VEHICULAR (N° DE VEHÍCULOS)							
AFORO 1	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C5	>C5
Barrio Los Álamos - Carrera 51A con calle 41	36	35	36	28	0	0	0

COMPOSICIÓN VEHICULAR (%)				
AFORO 1	AUTOS	BUSES	C2P	C2G
Barrio Los Álamos - Carrera 51A con calle 41	26,81%	25,74%	26,81%	20,64%

PORCENTAJE DE CAMIONES	47,45%
PORCENTAJE DE VEHÍCULOS COMERCIALES (B)	73,19%

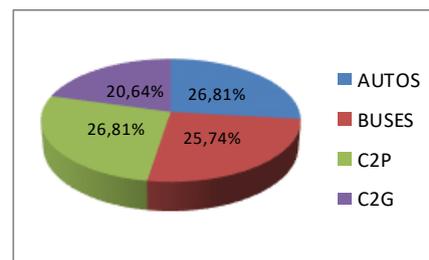
TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO (TPD)	152
VOLUMEN HORARIO DEL PROYECTO (VHD)	21,32

FACTOR CAMIÓN (FCC)	2,1404
FACTOR CAMIÓN PONDERADO (FCP)	1,4579

TASA DE CRECIMIENTO	6,00%
PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	20

FACTOR DIRECCIONAL	0,5
FACTOR CARRIL	1,0
FACTOR DISTRIBUCIÓN (A)	0,5

N (Número de ejes equivalentes de diseño)	1.121.209,81
---	--------------



6.2.1.4 Tránsito promedio diario por cada tipo de vehículo para el año 2021

A continuación, se muestra los valores diarios de tránsito por cada tipo de vehículo para el año 2021, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de 6% anual, estimada en el estudio de tránsito. Los siguientes valores fueron obtenidos a partir del conteo diario durante 7 días, en donde la clasificación de vehículos está estipulada por el Ministerio de Transporte por medio de la resolución 4100 de 2004, los cuales son automóviles, camperos y camionetas para el Tipo A, microbuses y buses para el tipo B y camiones, tractocamiones, semirremolques, remolques y remolque balanceado para el tipo C. Los siguientes valores son necesarios para calcular el ESAL (Equivalent Single Axle Load), utilizando la fórmula para pavimento rígido por el método AASHTO, en el cual es necesario saber la carga transmitida por cada eje de cada tipo de vehículo.

Tabla 9. Tránsito promedio diario por cada tipo de vehículo para el año 2021 (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)

Conteos Diarios	Tipo A				Tipo B	Tipo C		
	Automóvil	Camioneta	Campero	Micro	Bus G	C2 P	C2 G	C3
Día 1	14	12	10	20	14	37	26	0
Día 2	9	16	11	9	15	28	24	0
Día 3	16	17	8	19	16	23	27	0
Día 4	10	18	7	23	20	40	29	0
Día 5	15	12	10	22	12	41	30	0
Día 6	14	13	6	20	14	44	26	0
Día 7	19	11	4	22	16	39	32	0
Promedio Diario (Año 2019)	14	14	8	19	15	36	28	0
Promedio Diario (Año 2020)	15	15	8	20	16	38	29	0
Promedio Diario (Año 2021)	16	16	9	22	17	41	31	0

6.2.2 Recopilación de Resultados del Estudio Topográfico

El levantamiento Topográfico tiene como finalidad georreferenciar y conocer la topografía (Planimetría y Altimetría) de las áreas a intervenir, ya que es indispensable esta información para el diseño geométrico del tramo de vía.

Por razones administrativas y financieras no se pudo realizar el estudio topográfico en la zona de interés, por lo tanto, se decide optar por las herramientas que nos brinda la tecnología, el programa informático de Google Earth, muestra un globo terráqueo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, basado en imágenes satelitales, además permite mostrar las coordenadas y altura sobre el nivel del mar de un determinado punto del globo terráqueo. A continuación, se presenta el resultado del estudio topográfico (curvas de nivel) realizado en el mes de enero del año 2021 del barrio Los Álamos del municipio de Venecia – Antioquia, (Ver Ilustración 6 y 7) en base de un conjunto de puntos, obtenidos en Google Earth, con sus respectivas coordenadas, con el sistema de Datum WGS84, y altura sobre el nivel del mar. Cabe resaltar que las curvas de nivel obtenidas por este medio es un material muy útil en el caso de no contar con un estudio topográfico, pero en el momento de requerir un resultado más preciso se debe realizar un estudio local en el sitio de interés, es decir realizar un levantamiento

topográfico, por ejemplo, en el caso de requerir profundidad y sección transversal de afluentes.



Ilustración 6. Zona donde se obtuvo la información topográfica (Google Earth)

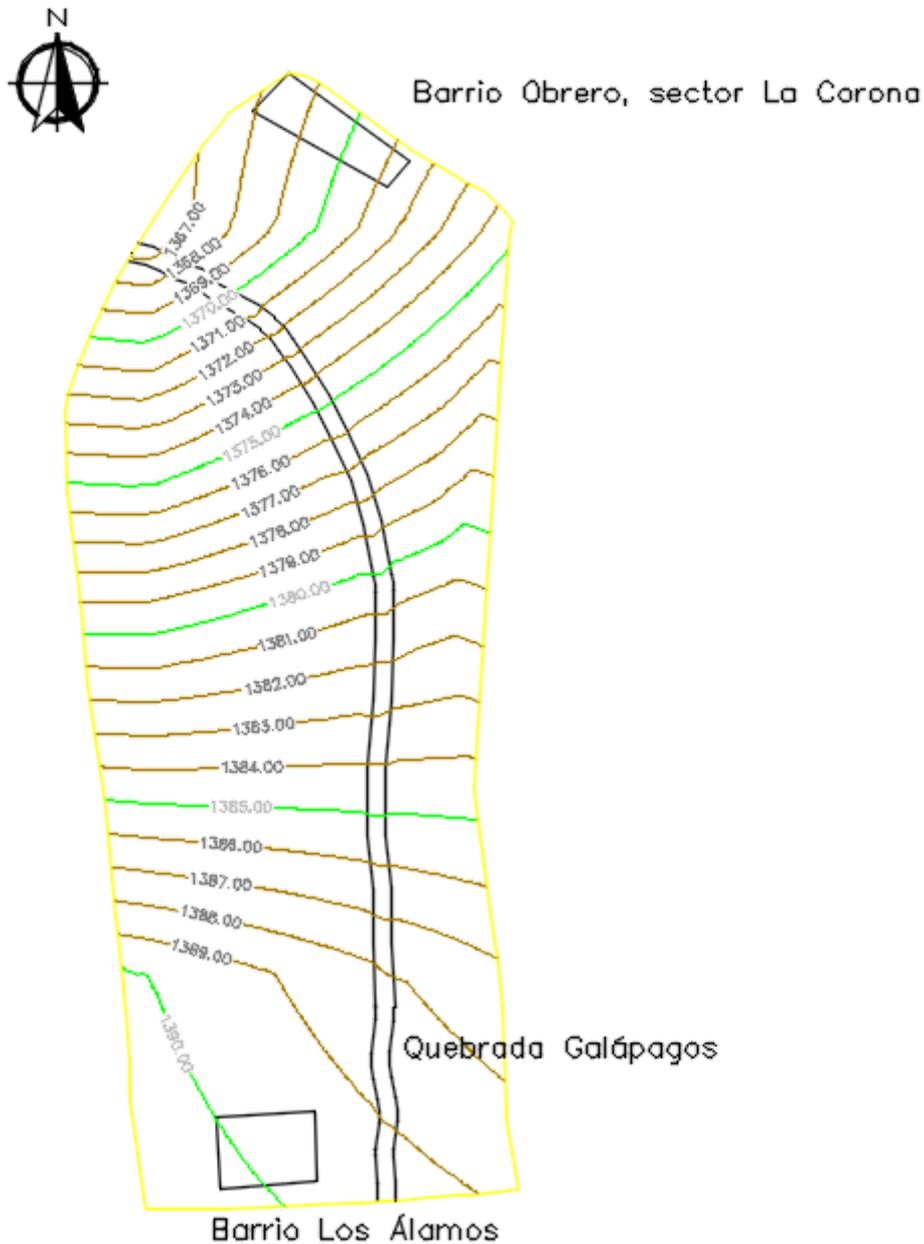


Ilustración 7. Curvas de Nivel de la zona de estudio. Elaboración Propia

6.2.3 Recopilación de Resultados del Estudio Geotécnico

Para realizar el diseño de la estructura de pavimento se debe tener en cuenta el estudio geotécnico de los tramos del proyecto, de tal manera que se obtengan variables necesarias como el CBR e identificar las características físicas y mecánicas del terreno a intervenir.

El estudio de suelos no se pudo realizar sobre la zona donde se piensa construir la estructura de pavimento por motivos administrativos y financieros de la Secretaría de Planeación. Por fines académicos se decide tener en cuenta el estudio geotécnico más cercano sobre la zona de interés, en donde la secretaria de planeación, en el mes de septiembre del año 2019 realizó un estudio geotécnico en el barrio Los Álamos, precisamente donde iniciará la vía en cuestión, en sentido Sur-Norte, como se muestra a continuación.



Ilustración 8. Localización de apiques. Fuente: Google Earth

Para caracterizar el terreno se hizo necesario realizar una exploración de campo para tomar muestras de suelo y analizarlas en el laboratorio, donde se logró clasificar el tipo de suelos y se calculó la capacidad del soporte del suelo en 3 puntos. El presente estudio geotécnico se tuvo en cuenta la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), Normas INVIAS (I.N.V.E.) y/o ASTM para la realización de ensayos de campo y laboratorio y Normas de Ensayos para Suelos estipuladas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC, 2002.

A continuación, se presenta el resultado del estudio geotécnico realizado en el barrio Los Álamos del municipio de Venecia – Antioquia, en donde, se realizaron 3 apiques a una profundidad de 1.5 m, con extracción de muestra alterada para realizar los ensayos de laboratorio.

6.2.3.1 Resumen de ensayos de laboratorio

En las siguientes tablas se muestra el resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en las muestras de suelo de los sondeos descritos anteriormente, en donde se puede apreciar las características principales como la clasificación del suelo por el sistema SUCS, el límite plástico, límite líquido, índice de plasticidad, peso específico, porcentaje de humedad, CBR, etc.

Tabla 10. Resumen de ensayos de Laboratorio (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)

Apique N°	Clasificación SUCS	(%) Pasante 200	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P.
1	SM	37,3	19,9	18,3	1,6
2	SM	33,5	20,7	18	2,7
3	SM	34,9	28,8	25,6	3,2

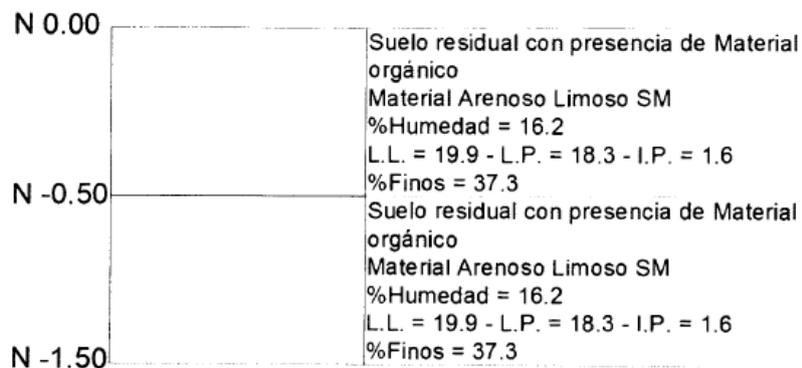
Tabla 11. Proctor modificado y CBR (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)

Apique N°	y (g/cm ³)	Humedad (%)	CBR % al 95	CBR % al 98	CBR % al 100
1	1,88	16,13	3,1	5,5	7,3
2	1,82	19,62	3,9	6,3	7,7
3	1,97	12,36	3,1	4,5	5,8

Los valores de CBR al 100 % de los 3 apiques oscilan entre 5,8% y 7,7%. El material encontrado en la subrasante en todos los apiques realizados se compone de arenas limosas.

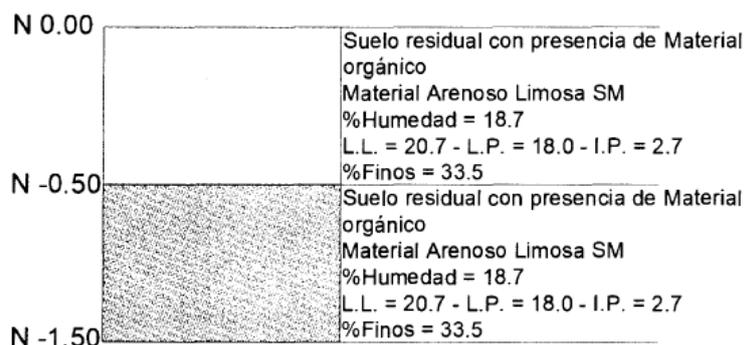
6.2.3.2 Perfil Estratigráfico

Para caracterizar el terreno se hizo necesario realizar una exploración de campo para tomar muestras del suelo y analizarlas en el laboratorio, donde se logró clasificar el tipo de suelo, y se calculó la capacidad de soporte. En el sector aparecen suelos residuales con un perfil geotécnico relativamente homogéneo sin cambios bruscos de materiales. A continuación, se indica el Perfil Geotécnico tipo para cada apique (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019):



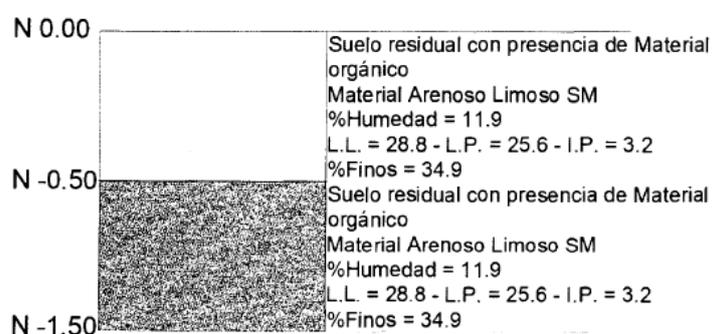
➤ No se identificó nivel freático en los apiques manuales realizados en este tramo de estudio.

Ilustración 9. Perfil Estratigráfico Apique 1 (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)



➤ No se identificó nivel freático en los apiques manuales realizados en este tramo de estudio.

Ilustración 10. Perfil Estratigráfico Apique 2 (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)



➤ No se identificó nivel freático en los apiques manuales realizados en este tramo de estudio.

Ilustración 11. Perfil Estratigráfico Apique 3 (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)

Tabla 12. Perfil Estratigráfico tipo (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019)

Profundidad (m)	Clasificación	Descripción	Características
0,50	SM	Suelo suelto compuesto por arena limosa húmeda, algo permeable, resistente, color rojo con vetas amarillas.	Suelo Suelto. Poco Competentes para la cimentación de estructuras.
1,50	SM	Suelo Aluvial compuesto por Arena limosa, húmeda baja, algo permeable, resistente color amarillo con vetas blancas.	Suelo Aluvial. Competentes para la cimentación de estructuras.

6.2.3.3 Capacidad de la Subrasante

Los estudios de suelos realizados estuvieron orientados hacia la determinación del CBR. Este parámetro es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas. Se usa en el diseño de pavimentos rígidos y flexibles. Su valor se expresa en porcentaje, como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra tipo de piedra partida (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019).

Apique 1

Con base en los valores anteriores, los cuales arrojan un promedio de CBR igual a 5.5%, se adopta como valor para efectos de diseño un **CBR = 5.0%**.

- CBR de Diseño: 5,0 %
- Densidad máxima (100%): 1,88 gr/cm³
- Humedad Máxima: 16,13 %
- Valor soporte: 11,1 PSI
- Módulo de reacción de la subrasante K: 4,0 Kg/cm³
- Módulo de reacción de la subrasante K: 40 MPa/m
- Módulo Resiliente de la subrasante: 500 kg/cm²
- Módulo Resiliente de la subrasante: 50 MPa

Apique 2

Con base en los valores anteriores, los cuales arrojan un promedio de CBR igual a 6,3%, se adopta como valor para efectos de diseño un **CBR = 6,0%**.

- CBR de Diseño: 6,0 %
- Densidad máxima (100%): 1,82 gr/cm³
- Humedad Máxima: 19,62 %
- Valor soporte: 12,5 PSI
- Módulo de reacción de la subrasante K: 4,4 Kg/cm³
- Módulo de reacción de la subrasante K: 44 MPa/m
- Módulo Resiliente de la subrasante: 600 kg/cm²
- Módulo Resiliente de la subrasante: 60 MPa

Apique 3

Con base en los valores anteriores, los cuales arrojan un promedio de CBR igual a 4,5%, se adopta como valor para efectos de diseño un **CBR = 4,0%**.

- CBR de Diseño: 4,0 %
- Densidad máxima (100%): 1,97 gr/cm³
- Humedad Máxima: 12,36 %
- Valor soporte: 10,0 PSI
- Módulo de reacción de la subrasante K: 3,4 Kg/cm³
- Módulo de reacción de la subrasante K: 34 MPa/m
- Módulo Resiliente de la subrasante: 400 kg/cm²
- Módulo Resiliente de la subrasante: 40 MPa

Como resultado final, del estudio geotécnico, se tiene 3 valores de CBR de diseño, los cuales son 5%, 6% y 4%, para los apiques 1, 2 y 3, respectivamente. Por criterio propio se elige el valor crítico de CBR para el diseño de todo el tramo vial, el cual corresponde al 4%, con un valor de módulo de reacción de 34 MPa/m y Módulo Resiliente de 40MPa (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019).

6.2.3.4 Recomendaciones geotécnicas

- Se recomienda, para mejorar la capacidad de la sub rasante, realizar un remplazo de 15 cm. Los materiales a emplear para estos rellenos deben ser seleccionados o materiales de recebo compactados al 95% del proctor modificado de dicho material.
- Se deben evitar infiltraciones exteriores por aguas lluvias que alteren las condiciones de humedad del suelo.
- En caso de implementar rellenos para nivelación y adecuación del lote, se debe retirar toda la capa vegetal. Los materiales a emplear para estos rellenos deben ser seleccionados o materiales de recebo compactados en capas no mayores a 25cm al 95% del proctor modificado de dicho material.
- Los resultados y recomendaciones geotécnicas descritos en este informe están basados en el estudio geotécnico realizado en el barrio Los Álamos Venecia – Antioquia, el cual a su vez está basado en la información suministrada por los proyectistas, con relación a la posible tipología estructural del proyecto, condiciones geológicas y propiedades geomecánicas del perfil del suelo explorado mediante pruebas de campo y laboratorio. Cualquier modificación a la tipología referida tanto en altura como en área en planta, implicará nuevas condiciones de interacción suelo-estructura, por lo cual será necesario introducir las variables de ajuste o profundización al estudio de suelos; e incluso aumentar la profundidad de exploración y número de sondeos, de acuerdo con los parámetros respectivos de la NSR-10 (Gobierno Municipal de Venecia Antioquia, 2019).

6.3 Diseño Geométrico

6.3.1 Diseño del Alineamiento Horizontal

6.3.1.1 Limitaciones según el PBOT de Venecia – Antioquia

La vía propuesta para conectar el barrio los Álamos con el casco urbano del municipio de Venecia será colindante con la quebrada Galápagos, por lo tanto, se debe de implementar un retiro de 15 m, a partir de la margen de la quebrada, según el artículo 27 del Acuerdo N° 026 de 2000 (09 de diciembre), por el cual se expide el estatuto municipal de planeación, usos del suelo, urbanismo y construcción para el municipio de Venecia, Antioquia (Gobierno municipal de Venecia Antioquia, 2000).

6.3.1.2 Velocidad de Diseño del tramo homogéneo (V_{TR})

La vía en cuestión es de carácter terciaria, ya que es una vía dentro del casco urbano y es de jurisdicción del municipio, además, según la tipografía de la zona el terreno es de tipo ondulado, por lo tanto, según el Manual de diseño geométrico del INVIAS la velocidad de diseño es de **40 km/h**.

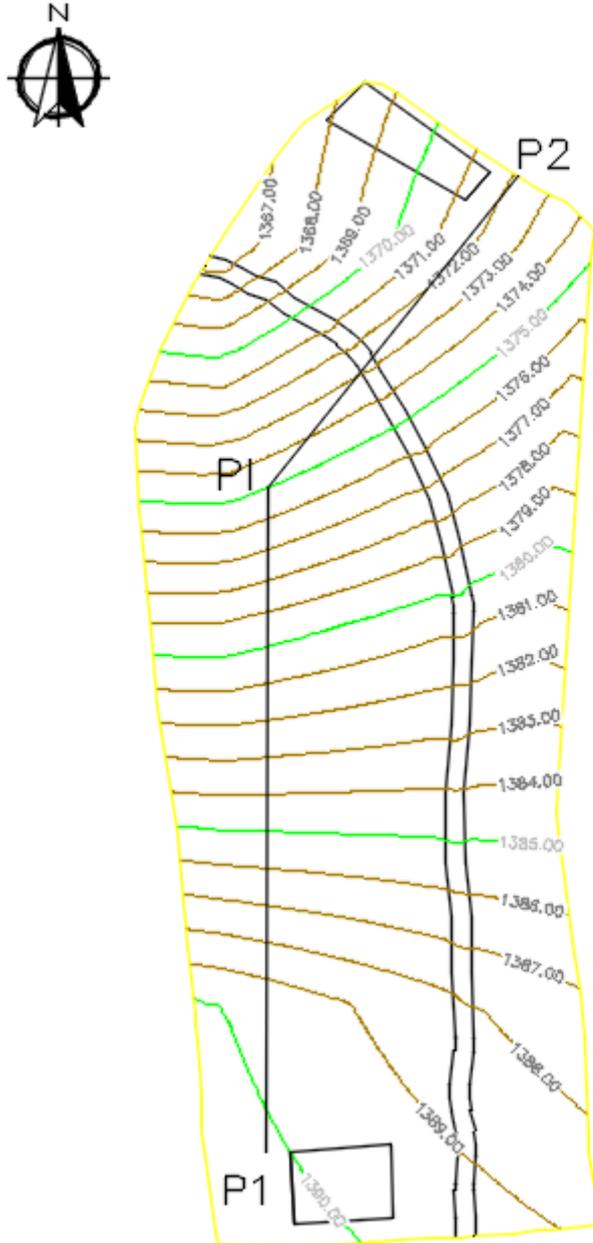


Ilustración 12. Línea de referencia de la vía. Elaboración Propia

6.3.1.4 Velocidad Específica

La Velocidad Específica es la velocidad máxima más probable con que sería abordado cada elemento geométrico y es con la que se debe diseñar ese elemento. En donde para una velocidad de diseño del tramo (V_{TR}) menor a 50 km/h, una longitud del segmento anterior entre 70m y 250m y un ángulo de deflexión menor a 45° se obtiene que la velocidad específica es igual a la velocidad de diseño del tramo, es decir 40km/h.

Tabla 15. Velocidad Específica (INVIAS, 2008)

Velocidad Específica de la Curva horizontal anterior V_{CH} (km/h)	Velocidad de Diseño del Tramo (V_{TR}) \leq 50 km/h					Velocidad de Diseño del Tramo (V_{TR}) $>$ 50 km/h				
	Longitud del Segmento recto anterior (m)					Longitud del Segmento recto anterior (m)				
	$L \leq 70$	$70 < L \leq 250$		$250 < L \leq 400$	$L > 400$	$L \leq 150$	$150 < L \leq 400$		$400 < L \leq 600$	$L > 600$
		$\Delta < 45^\circ$	$\Delta \geq 45^\circ$				$\Delta < 45^\circ$	$\Delta \geq 45^\circ$		
V_{TR}	V_{TR}	V_{TR}	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	V_{TR}	V_{TR}	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
CASO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

6.3.1.5 Peralte máximo

Según el manual de diseño geométrico del INVIAS el peralte máximo más adecuado para carreteras de orden terciaria es de **6%**, ya que es difícil disponer de longitudes de entretangencia amplias, por lo que no es fácil hacer la transición de peralte (INVIAS, 2008).

6.3.1.6 Radio de curvatura mínimo

El radio mínimo ($RC_{mín}$) es el valor límite de curvatura para una Velocidad específica (40 km/h), de acuerdo con el peralte máximo (6%) se obtiene un valor de **43 m** como radio mínimo de curvatura.

Tabla 16. Radios mínimos para peralte máximo $e_{máx} = 6\%$ (INVIAS, 2008)

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

6.3.1.7 Resultado de alineamiento horizontal

En la siguiente tabla se muestran los datos del alineamiento horizontal correspondientes al eje de la vía, en ella se encuentran registrados los datos de las coordenadas Norte y Este de cada punto de interés, así como el resultado de pendientes, distancia entre tramos, azimuts, ángulos de deflexión, radios de la curva simple (R), tangente (T), grado de curvatura (G), longitud de curva (L) y abscisado. La estructura de puente se encuentra dentro de las abscisas 0+194,73 y 0+202,73.

Tabla 17. Elementos del Alineamiento horizontal. Elaboración Propia

PUNTO	COORDENADA		COTA (m)	PEND. (%)	DIST. (m)	Az			DEFLEXIÓN			R (m)	T (m)	G			L (m)	ABSCISAS	
	NORTE	ESTE				°	′	″	°	′	″			Sentido	°	′		″	PC
P1	663149,495	-8430400,01	1390,1															K0+000	
				9,32	161,982	0	11	56											
PI	663311,476	-8430399,45	1375						38	12	5	D	43,0	14,89	6	59	30	28,670	K0+147,09 K0+175,76
				3,00	96,703	38	24	1											
P2	663387,261	-8430339,38	1372,1															K0+257,57	

e=0,06 (6%)

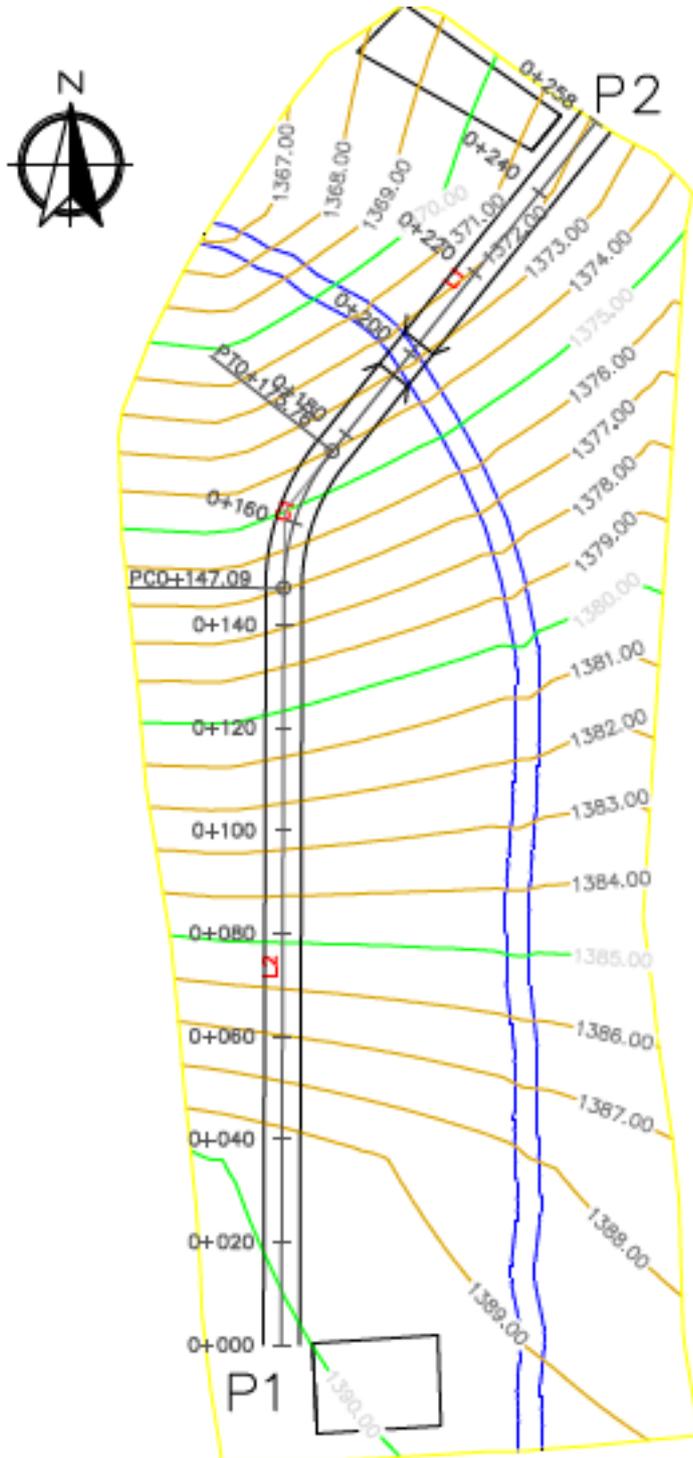


Ilustración 13. Resultado de Alineamiento Horizontal. Elaboración Propia

Tabla 18. Convenciones del Alineamiento Horizontal. Elaboración Propia

CONVENCIONES	
) {	Estructura de Puente
P1	Punto Inicial
P2	Punto Final
L1	Primer Tramo
L2	Segundo Tramo
C1	Curva
—	Vía
- - - -	Afluente
—	Cota Principal
—	Cota Secundaria

Tabla 19. Longitud de entre tangencia y azimut de cada tramo. Elaboración Propia

Tabla de Alineamiento		
Línea #	Longitud (m)	Azimut
L2	147.09	N0° 11' 55"E
L1	81.81	N38° 24' 01"E

6.3.2 Peralte

En este capítulo se muestra el procedimiento y el resultado del diseño de peralte de la vía en cuestión.

6.3.2.1 Valores de pendiente longitudinal para rampas de peraltes

La siguiente tabla presenta los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para la rampa de peraltes. La pendiente mínima, está determinada, para cualquier velocidad de diseño como la décima parte de la distancia entre el eje de giro y el borde de la calzada. Para una velocidad de 40 km/h se tiene un valor de **0.96%** como pendiente longitudinal, el cual se elige este valor para determinar la longitud de escorrentía.

Tabla 20. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes (INVIAS, 2008)

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES 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	

6.3.2.2 Factor de ajuste para el número de carriles girados

Cuando el número de carriles que rotan es mayor que uno (1) es conveniente el uso de un factor de ajuste (b_w) para evitar una excesiva longitud de transición y desniveles muy altos entre el borde exterior y el eje de giro. En la siguiente Tabla se indican los factores de ajuste, en donde para este caso b_w es igual a **1**, ya que se tiene un carril por sentido.

Tabla 21. Factor de ajuste para el número de carriles girados (INVIAS, 2008)

NÚMERO DE CARRILES QUE GIRAN (n)	FACTOR DE AJUSTE (b_w)	INCREMENTO EN LOS CARRILES DE GIRO RESPECTO A UN CARRIL GIRADO
1.0	1.00	1.00
1.5	0.83	1.25
2.0	0.75	1.50
2.5	0.70	1.75
3.0	0.67	2.00
3.5	0.64	2.25

6.3.2.3 Resultado de Peralte

Por medio de las ecuaciones nombradas en el capítulo 4.2.4.1., estipuladas por el INVIAS, se procede a determinar los parámetros que conforman el peralte y la respectiva abscisa de los puntos donde se presenta cambios en la pendiente transversal de la vía.

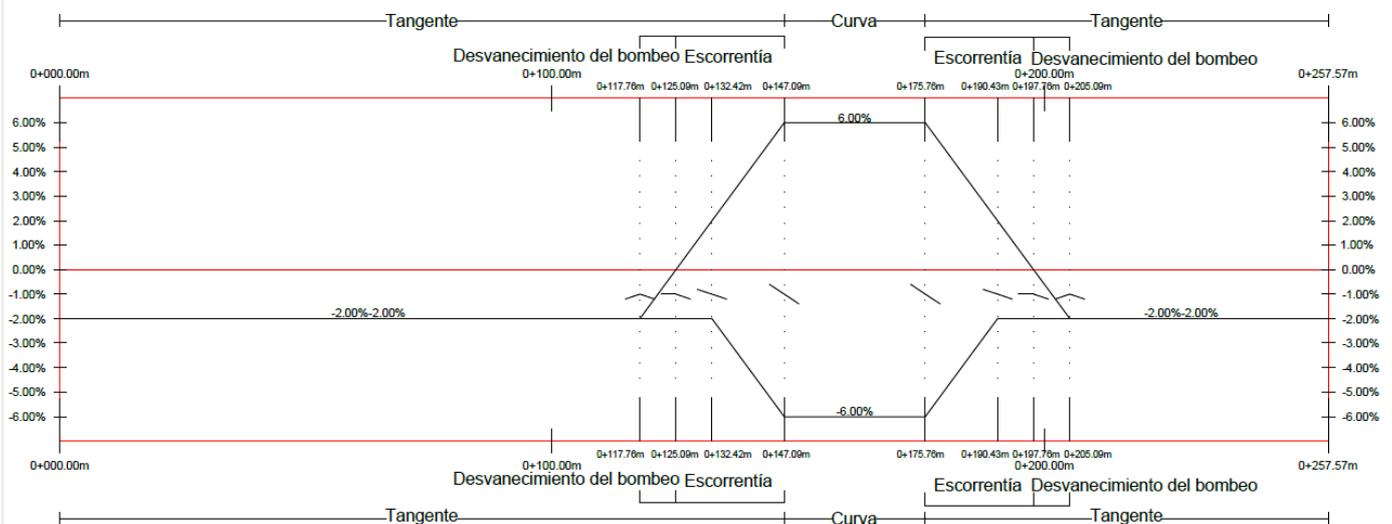
Tabla 22. Parámetros y resultados de elementos del Peralte. Elaboración Propia

Parámetro	Valor
Ancho del carril "w" (m)	3,50
Número de carriles "n"	1
Factor de ajuste "bw"	1
Peralte final del tramo de transición "ef" (%)	6,00
Peralte inicial del tramo de transición "ei" (%)	0,00
Inclinación longitudinal de la rampa de peraltes " Δs " (%)	0,96
Bombeo normal "BN" (%)	2,00
Longitud de Escorrentía "L" (m)	22,00
Desvanecimiento de Bombeo "N" (m)	7,33
Longitud total de transición "Lt" (m)	29,33

Tabla 23. Resultado de Diseño de Peralte. Elaboración Propia

Parámetro de Peralte	Punto Inicial	Punto final	Longitud (m)	Borde Izquierdo	Borde Derecho
Región de Entrada de Transición	0 + 117,76	0 + 147,09	29,33		
Desvanecimiento de Bombeo	0 + 117,76	0 + 125,09	7,33		
	Final Bombeo Normal	0 + 117,76		-2,00%	-2,00%
	Aplanamiento	0 + 125,09		0,00%	-2,00%
	Escorrentía	0 + 125,09	0 + 147,09	22,00	
Aplanamiento	0 + 125,09			0,00%	-2,00%
	Bombe Invertido	0 + 132,42		2,00%	-2,00%
	Inicio de Peralte	0 + 147,09		6,00%	-6,00%
	Inicio de Curva	0 + 147,09		6,00%	-6,00%
Región de Salida de Transición	0 + 175,76	0 + 205,09	29,33		
Escorrentía	0 + 175,76	0 + 197,76	22,00		
	Fin de Peralte	0 + 175,76		6,00%	-6,00%
	Fin de Curva	0 + 175,76		6,00%	-6,00%
	Bombe Invertido	0 + 190,43		2,00%	-2,00%
Aplanamiento	0 + 197,76			0,00%	-2,00%
	Desvanecimiento de Bombeo	0 + 197,76	0 + 205,09	7,33	
Aplanamiento	0 + 197,76			0,00%	-2,00%
	Inicio Bombeo Normal	0 + 205,09		-2,00%	-2,00%

Peralte

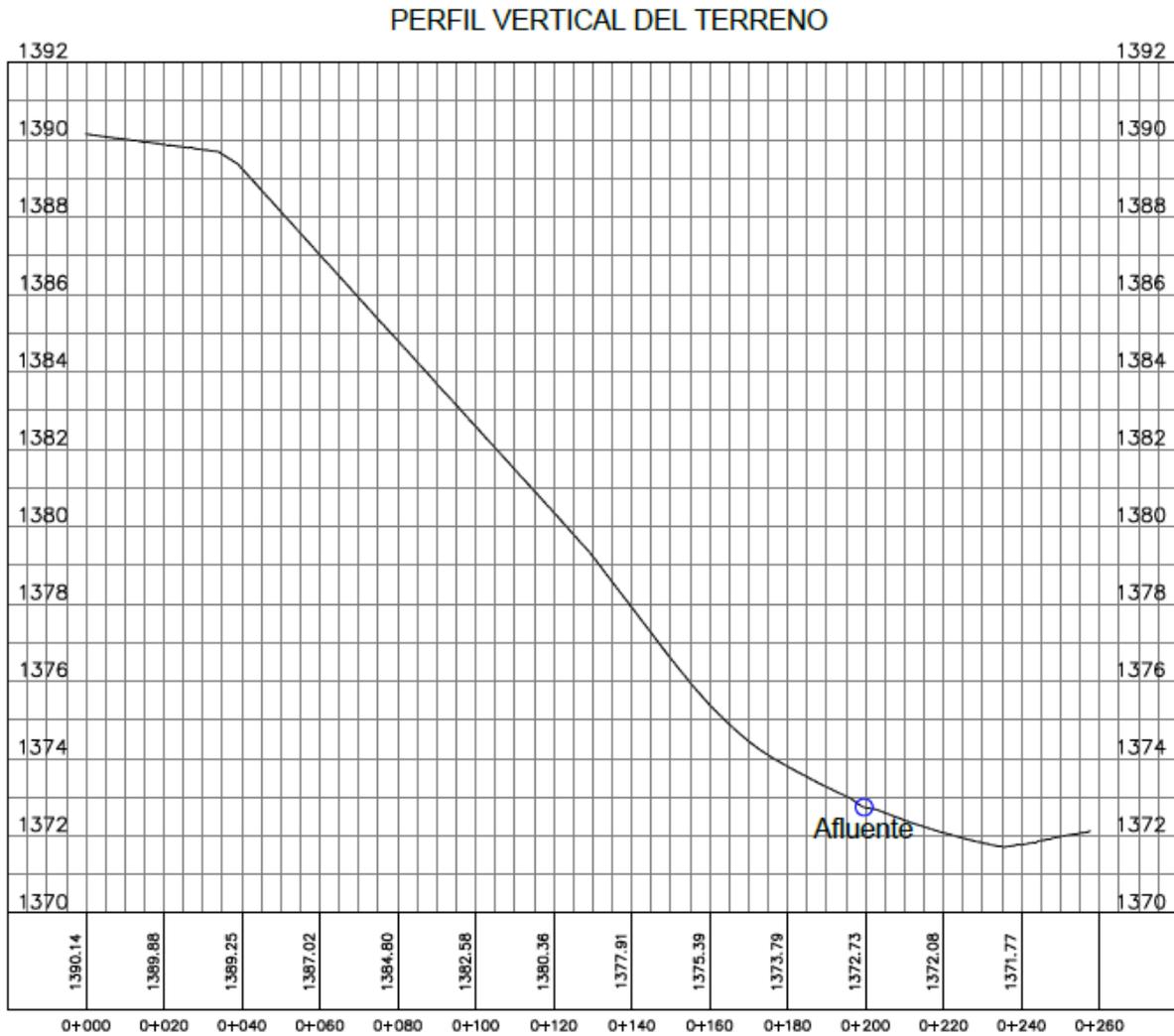


Gráfica 3. Gráfica de Peralte. Elaboración Propia

6.3.3 Perfil longitudinal

6.3.3.1 Perfil longitudinal del terreno

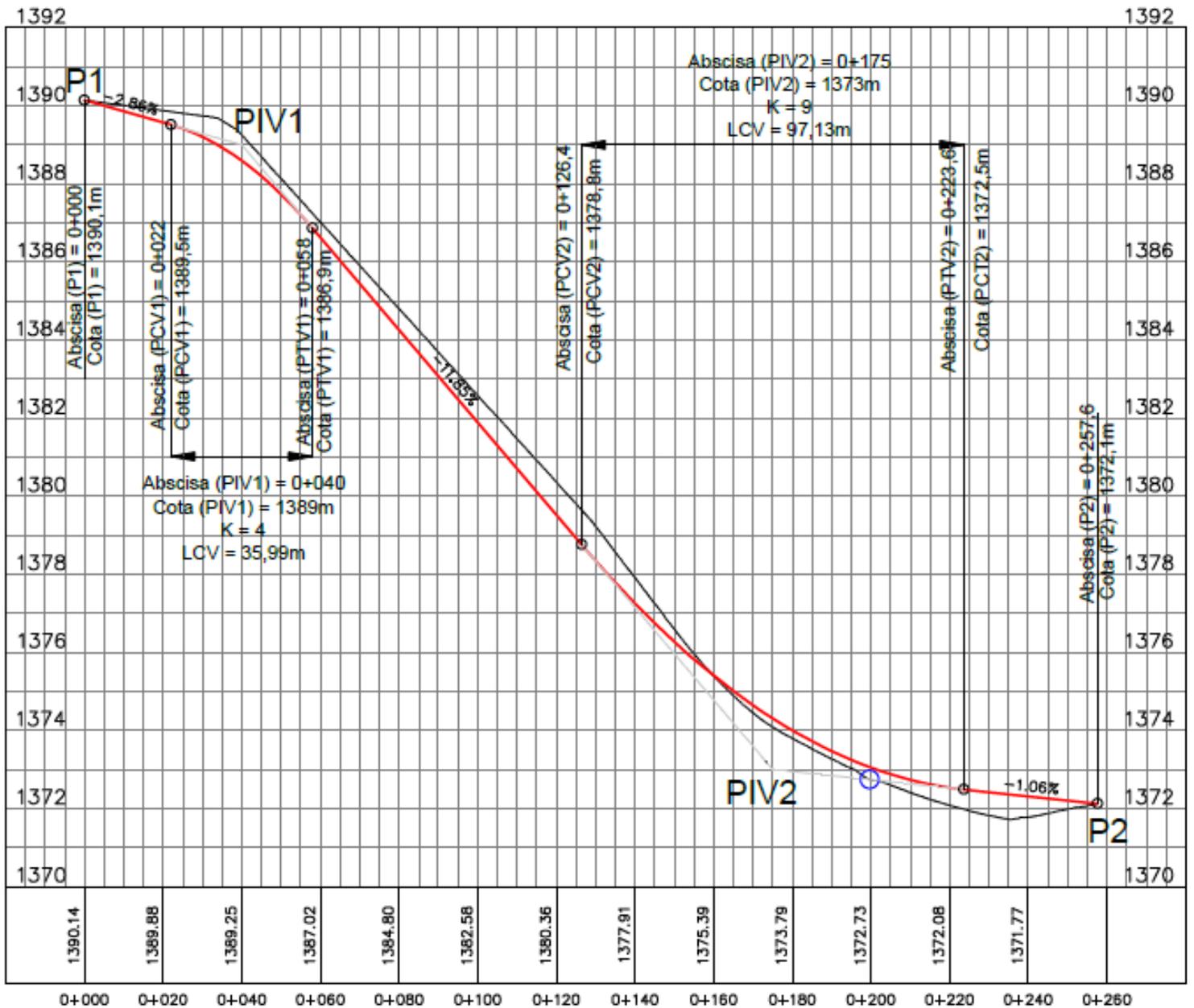
A continuación, se muestra la representación de la forma altimétrica del terreno, es decir la intersección del terreno con un plano vertical que contiene al eje longitudinal.



Gráfica 4. Perfil longitudinal del terreno. Elaboración Propia

6.3.3.2 Valor de Kmín

En total se obtiene 2 curvas verticales (CV1 y CV2), con punto de intersección en las abscisas 0+040 y 0+175 y con cotas de 1389m y 1373m, respectivamente, en donde la primera curva es convexa y la segunda es cóncava. Además, para una velocidad específica de 40 km/h se tiene un valor de Kmin de **4** para la curva vertical CV1 y de **9** para CV2.



Gráfica 5. Diseño de Alineamiento Vertical. Elaboración Propia

Tabla 26. Convenciones del Alineamiento Vertical. Elaboración Propia

CONVENCIONES	
P1	Punto Inicial
P2	Punto Final
PCV	Punto Inicial de Curva Vertical
PTV	Punto Final de Curva Vertical
PIV	Punto de Intersección Vertical
	Cota Rasante
	Cota del Terreno
	Afluente
LCV	Longitud de Curva Vertical

6.3.3.4 Pendiente máxima por tangente vertical

La pendiente máxima por cada tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar, en este caso se obtiene como pendiente máxima un valor de 10%, pero el manual de diseño geométrico del INVIAS es muy claro en lo siguiente: *Los valores indicados en la anterior tabla, que corresponden a los valores máximos para una tangente vertical, pueden ser aumentados en dos por ciento (2%) cuando en una tangente vertical de pendiente máxima se diseñan dos curvas verticales consecutivas, una convexa y la siguiente cóncava o viceversa, por lo tanto la pendiente máxima para cada tangente vertical es del 12%, condición que cumple el alineamiento vertical diseñado (INVIAS, 2008).*

Tabla 27. Pendiente Máxima por tangente vertical (%) en función de la Velocidad específica vertical (INVIAS, 2008)

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

Además, según el artículo 120 del Acuerdo N° 026 de 2000 (09 de diciembre), por el cual se expide el estatuto municipal de planeación, usos del suelo, urbanismo y construcción para el municipio de Venecia, Antioquia, la pendiente mínima para las vías de tránsito vehicular es del 0,5% y la pendiente máxima es de 15%, por lo tanto, las pendientes de los tramos de la vía cumplen con lo estipulado en la anterior normativa.

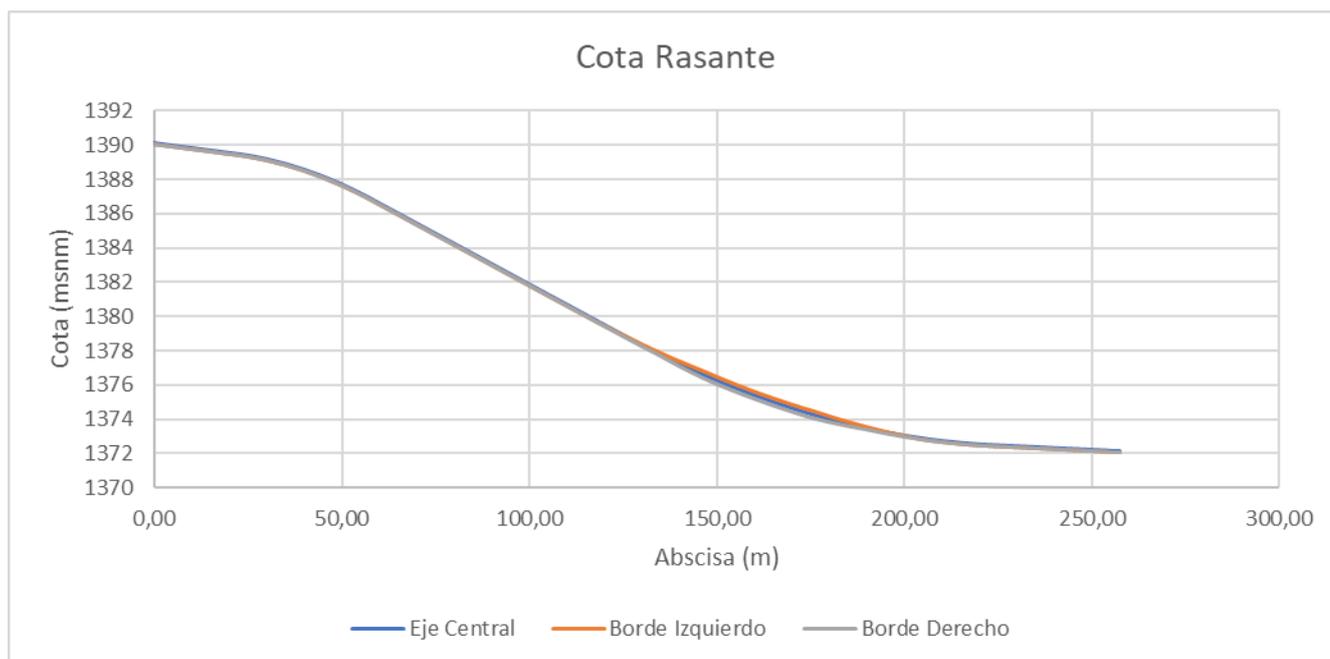
6.3.4 Cálculo de la Cota Rasante

En este capítulo se muestra el resultado de la Cota Rasante del eje central, del borde izquierdo y del borde derecho de la vía, el cual es la línea que define la inclinación o pendiente de dicha vía con respecto al plano horizontal, teniendo en cuenta la inclinación del bombeo, el peralte y las curvas verticales. Donde, D=Angulo de deflexión, G=Grado de Curvatura, R=Radio de la Curva, T=Tangente, Lc=Longitud de Curva, Lcv=Longitud de la Cuerda Vertical, P1,P2=Pendiente de entrada y de Salida, E=Externa de la curva Vertical, y=Corrección por curva Vertical, BI=Cota Rasante Borde Izquierdo, BD=Cota Rasante Borde Derecho, A=Razón de variación de las pendientes, PC=Punto inicial de la Curva Horizontal, PT=Punto final de la Curva Horizontal, PCV=Punto inicial de la Curva Vertical, PTV=Punto final de la Curva Vertical, PIV=Punto de Intersección Vertical, N= Desvanecimiento de Bombeo y L= Longitud de Escorrentía.

Tabla 28. Cota Rasante. Elaboración Propia

Punto	Elementos AH	Elementos AV	Abscisa	Pendiente tramo (%)	Cota Tangente (msnm)	Peralte (%)		y (m)	Cota Rasante (msnm)		
						Izquierdo	Derecho		BI	eje	BD
Inicial			k0 + 000	-2,86	1390,14	-2,00	-2,00	-	1390,07	1390,14	1390,07
			k0 + 005	-2,86	1390,00	-2,00	-2,00	-	1389,93	1390,00	1389,93
			k0 + 010	-2,86	1389,86	-2,00	-2,00	-	1389,79	1389,86	1389,79
			k0 + 015	-2,86	1389,71	-2,00	-2,00	-	1389,64	1389,71	1389,64
			k0 + 020	-2,86	1389,57	-2,00	-2,00	-	1389,50	1389,57	1389,50
PCV1		Lcv = 35,99m P1 = -2,86 % P2 = -11,85% E = 0,4 m A=9,0%	k0 + 022	-2,86	1389,51	-2,00	-2,00	0,0000	1389,44	1389,51	1389,44
	k0 + 025		-2,86	1389,43	-2,00	-2,00	0,0113	1389,35	1389,42	1389,35	
	k0 + 030		-2,86	1389,29	-2,00	-2,00	0,0800	1389,14	1389,21	1389,14	
	k0 + 035		-2,86	1389,14	-2,00	-2,00	0,2113	1388,86	1388,93	1388,86	
PIV1	k0 + 040		-2,86	1389,00	-2,00	-2,00	0,4050	1388,53	1388,60	1388,53	
	k0 + 045		-11,85	1388,41	-2,00	-2,00	0,2113	1388,13	1388,20	1388,13	
	k0 + 050		-11,85	1387,81	-2,00	-2,00	0,0800	1387,66	1387,73	1387,66	
	k0 + 055		-11,85	1387,22	-2,00	-2,00	0,0113	1387,14	1387,21	1387,14	
PTV1	k0 + 058		-11,85	1386,87	-2,00	-2,00	0,0000	1386,80	1386,87	1386,80	
	k0 + 060		-11,85	1386,63	-2,00	-2,00	-	1386,56	1386,63	1386,56	
	k0 + 065	-11,85	1386,04	-2,00	-2,00	-	1385,97	1386,04	1385,97		
	k0 + 070	-11,85	1385,44	-2,00	-2,00	-	1385,37	1385,44	1385,37		
	k0 + 075	-11,85	1384,85	-2,00	-2,00	-	1384,78	1384,85	1384,78		
	k0 + 080	-11,85	1384,26	-2,00	-2,00	-	1384,19	1384,26	1384,19		
	k0 + 085	-11,85	1383,67	-2,00	-2,00	-	1383,60	1383,67	1383,60		
	k0 + 090	-11,85	1383,07	-2,00	-2,00	-	1383,00	1383,07	1383,00		
	k0 + 095	-11,85	1382,48	-2,00	-2,00	-	1382,41	1382,48	1382,41		
	k0 + 100	-11,85	1381,89	-2,00	-2,00	-	1381,82	1381,89	1381,82		
	k0 + 105	-11,85	1381,30	-2,00	-2,00	-	1381,23	1381,30	1381,23		
	k0 + 110	-11,85	1380,70	-2,00	-2,00	-	1380,63	1380,70	1380,63		
	k0 + 115	-11,85	1380,11	-2,00	-2,00	-	1380,04	1380,11	1380,04		

Punto	Elementos AH	Elementos AV	Abscisa	Pendiente tramo (%)	Cota Tangente (msnm)	Peralte (%)		y (m)	Cota Rasante (msnm)		
						Izquierdo	Derecho		BI	eje	BD
	N=7,33m		k0 + 117,76	-11,85	1379,78	-2,00	-2,00	-	1379,71	1379,78	1379,71
			k0 + 120	-11,85	1379,52	-1,39	-2,00	-	1379,47	1379,52	1379,45
			k0 + 125	-11,85	1378,93	-0,02	-2,00	-	1378,93	1378,93	1378,86
			k0 + 125,09	-11,85	1378,92	0,00	-2,00	-	1378,92	1378,92	1378,85
PCV2	L=22,00m	Lcv = 97,13m P1 = -11,85 % P2 = -1,06% E = 1,3 m	k0 + 126,40	-11,85	1378,76	0,36	-2,00	0,0000	1378,77	1378,76	1378,69
			k0 + 130	-11,85	1378,33	1,34	-2,00	0,0072	1378,39	1378,34	1378,27
			k0 + 132,42	-11,85	1378,05	2,00	-2,00	0,0201	1378,14	1378,07	1378,00
			k0 + 135	-11,85	1377,74	2,70	-2,35	0,0411	1377,88	1377,78	1377,70
			k0 + 140	-11,85	1377,15	4,07	-4,07	0,1028	1377,39	1377,25	1377,11
			k0 + 145	-11,85	1376,56	5,43	-5,43	0,1922	1376,94	1376,75	1376,56
PC1	D=38°12'05" d G=6°59'30" R=43m T=14,89m Lc=28,67m		k0 + 147,09	-11,85	1376,31	6,00	-6,00	0,2378	1376,76	1376,55	1376,34
			k0 + 150	-11,85	1375,96	6,00	-6,00	0,3094	1376,48	1376,27	1376,06
			k0 + 155	-11,85	1375,37	6,00	-6,00	0,4544	1376,03	1375,82	1375,61
			k0 + 160	-11,85	1374,78	6,00	-6,00	0,6272	1375,61	1375,40	1375,19
			k0 + 165	-11,85	1374,19	6,00	-6,00	0,8278	1375,22	1375,01	1374,80
			k0 + 170	-11,85	1373,59	6,00	-6,00	1,0561	1374,86	1374,65	1374,44
PIV2	L=22,00m		k0 + 175	-11,85	1373,00	6,00	-6,00	1,3122	1374,52	1374,31	1374,10
PT1			k0 + 175,76	-1,06	1372,99	6,00	-6,00	1,2715	1374,47	1374,26	1374,05
			k0 + 180	-1,06	1372,95	4,84	-4,84	1,0561	1374,17	1374,00	1373,83
			k0 + 185	-1,06	1372,89	3,48	-3,48	0,8278	1373,84	1373,72	1373,60
			k0 + 190	-1,06	1372,84	2,12	-2,12	0,6272	1373,54	1373,47	1373,39
			k0 + 190,43	-1,06	1372,84	2,00	-2,00	0,6112	1373,52	1373,45	1373,38
			k0 + 195	-1,06	1372,79	0,75	-2,00	0,4544	1373,27	1373,24	1373,17
			k0 + 197,76	-1,06	1372,76	0,00	-2,00	0,3709	1373,13	1373,13	1373,06
			k0 + 200	-1,06	1372,74	-0,61	-2,00	0,3094	1373,02	1373,04	1372,97
			k0 + 205	-1,06	1372,68	-1,98	-2,00	0,1922	1372,81	1372,87	1372,80
			k0 + 205,09	-1,06	1372,68	-2,00	-2,00	0,1903	1372,80	1372,87	1372,80
			k0 + 210	-1,06	1372,63	-2,00	-2,00	0,1028	1372,66	1372,73	1372,66
	k0 + 215	-1,06	1372,58	-2,00	-2,00	0,0411	1372,55	1372,62	1372,55		
	k0 + 220	-1,06	1372,52	-2,00	-2,00	0,0072	1372,46	1372,53	1372,46		
PTV2	k0 + 223,60	-1,06	1372,48	-2,00	-2,00	0,0000	1372,41	1372,48	1372,41		
	k0 + 225	-1,06	1372,47	-2,00	-2,00	-	1372,40	1372,47	1372,40		
	k0 + 230	-1,06	1372,42	-2,00	-2,00	-	1372,35	1372,42	1372,35		
	k0 + 235	-1,06	1372,36	-2,00	-2,00	-	1372,29	1372,36	1372,29		
	k0 + 240	-1,06	1372,31	-2,00	-2,00	-	1372,24	1372,31	1372,24		
	k0 + 245	-1,06	1372,26	-2,00	-2,00	-	1372,19	1372,26	1372,19		
	k0 + 250	-1,06	1372,21	-2,00	-2,00	-	1372,14	1372,21	1372,14		
	k0 + 255	-1,06	1372,15	-2,00	-2,00	-	1372,08	1372,15	1372,08		
Final	k0 + 257,57	-1,06	1372,13	-2,00	-2,00	-	1372,06	1372,13	1372,06		



Gráfica 6. Cota Rasante. Elaboración Propia

6.3.5 Sección transversal de la vía

Según el artículo 91 del Acuerdo N° 026 de 2000 (09 de diciembre), por el cual se expide el estatuto municipal de planeación, usos del suelo, urbanismo y construcción para el municipio de Venecia, Antioquia, las especificaciones mínimas para las vías urbanas principales existentes y proyectadas de la cabecera municipal son (Gobierno municipal de Venecia Antioquia, 2000):

Tabla 29. Especificaciones mínimas para las vías urbanas principales existentes y proyectadas de la cabecera municipal (Gobierno municipal de Venecia Antioquia, 2000)

Vías urbanas principales existentes y proyectadas	
Sección (ancho) de calzada	7.00 m
Sección (ancho) de andén	1.50 m
Sección (ancho) de zona verde	1.00 m
Sección total de vía	12.00 m

Además, el manual de diseño geométrico del INVIAS también estipula un ancho de zona vial de 12 m para las vías de orden terciaria.

Tabla 30. Ancho de Zona (INVIAS, 2008)

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	ANCHO DE ZONA (m)
Primaria de dos calzadas	> 30
Primaria de una calzada	24 – 30
Secundaria	20 – 24
Terciaria	12

A continuación, se presenta el esquema de la sección transversal de la vía a utilizar, según las especificaciones anteriormente mencionadas.

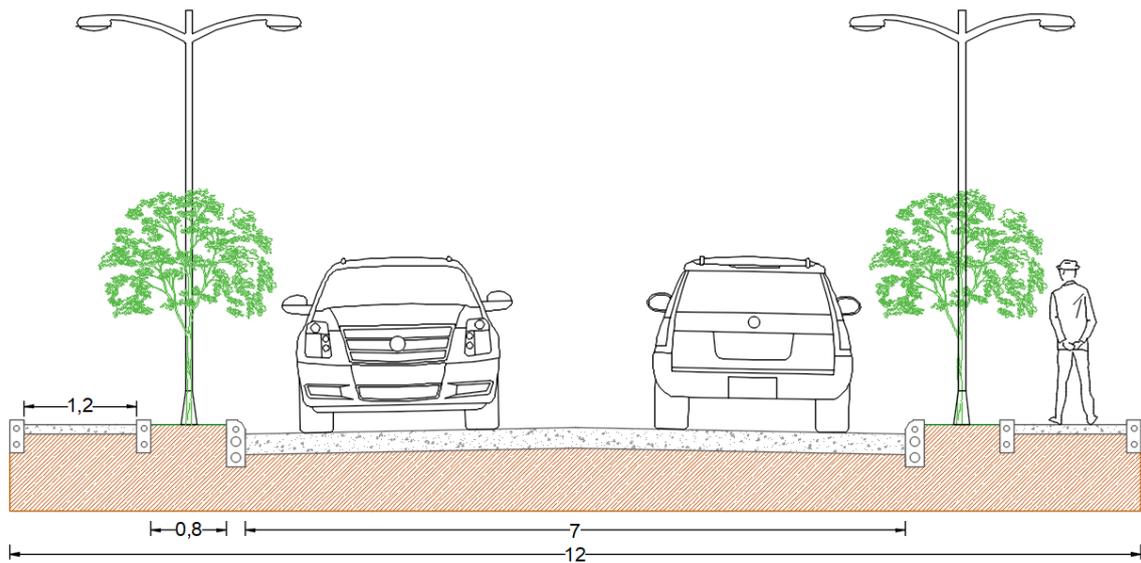


Ilustración 14. Sección Transversal de la vía

Se presenta las secciones transversales de la vía cada 20 m en los tramos rectos y cada 10 m dentro de la curva horizontal, en donde se ilustran la sección de la vía según el diseño horizontal y vertical, los taludes de corte y terraplén y las áreas y volúmenes necesarios para realizar las actividades de corte y lleno de material. No se muestra la sección transversal correspondiente la abscisa 0+200, ya que pertenece a la sección conformada por la estructura de puente (localizado entre las abscisas 0+194,73 y 0+202,73), y como se explicó anteriormente esta sección no cuenta con datos topográfico exactos y el diseño de dicha estructura no está dentro de los objetivos del presente informe. La siguiente grafica corresponde al modelo digital de la sección de la vía utilizada en cada sección transversal.

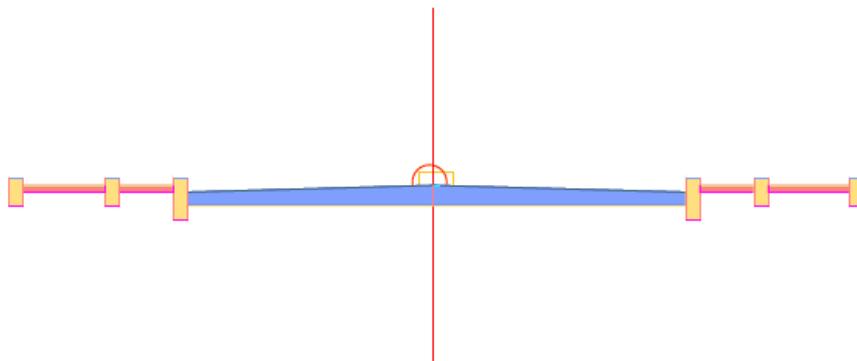


Ilustración 15. Modelo digital de la sección transversal de la vía. Elaboración Propia

Tabla 31. Convenciones del diseño transversal. Elaboración Propia

CONVENCIONES	
	Superficie del Terreno
	Talud de Terraplén
	Talud de Corte

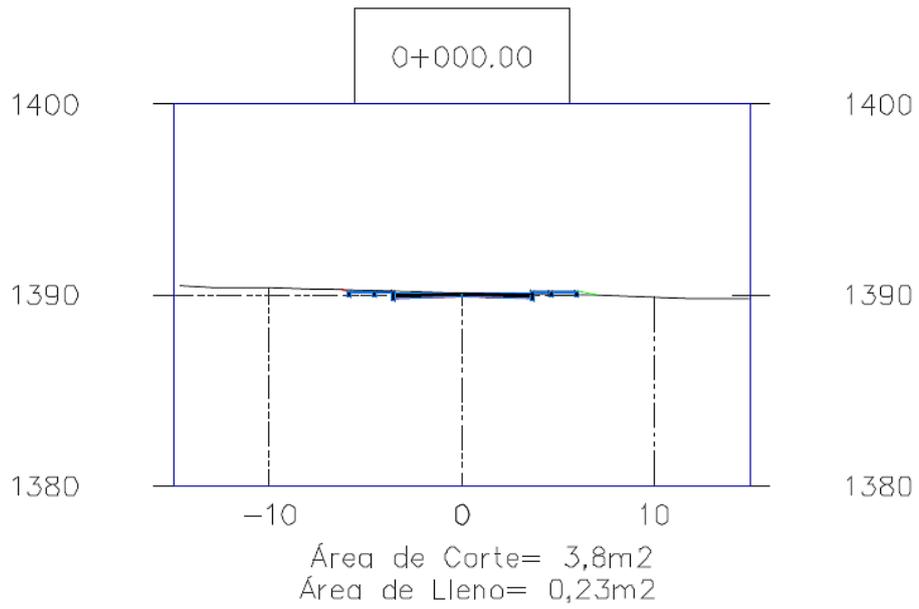


Ilustración 16. Sección Transversal, abscisa 0+000. Elaboración Propia

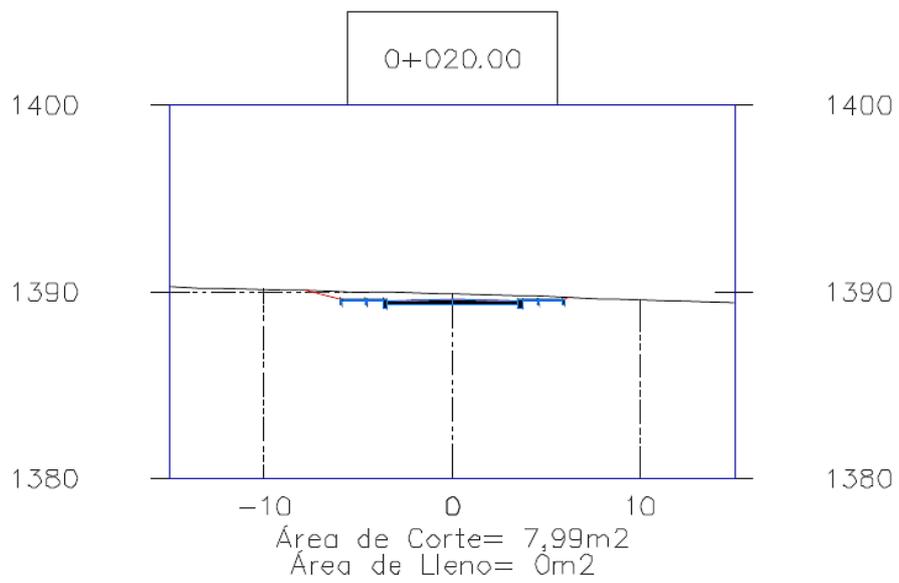


Ilustración 17. Sección Transversal, abscisa 0+020. Elaboración Propia

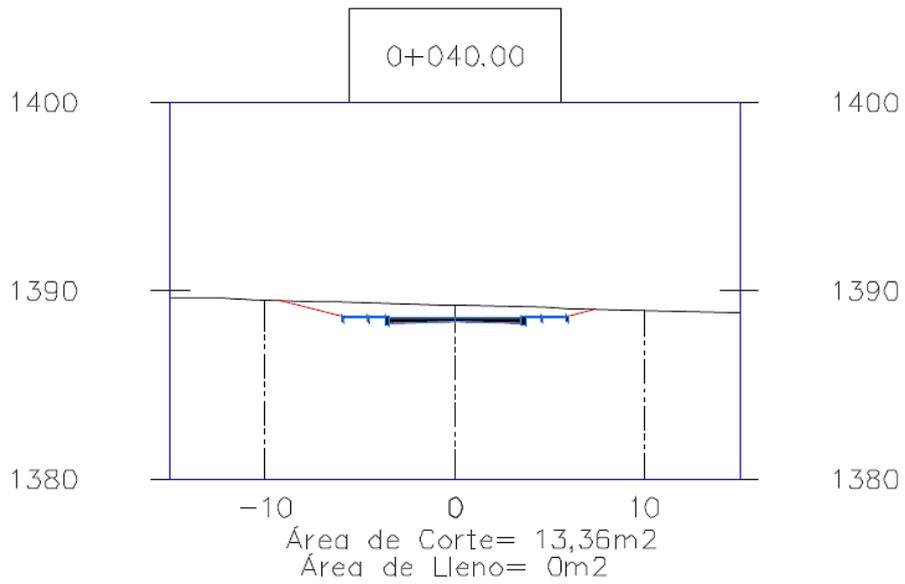


Ilustración 18. Sección Transversal, abscisa 0+040. Elaboración Propia

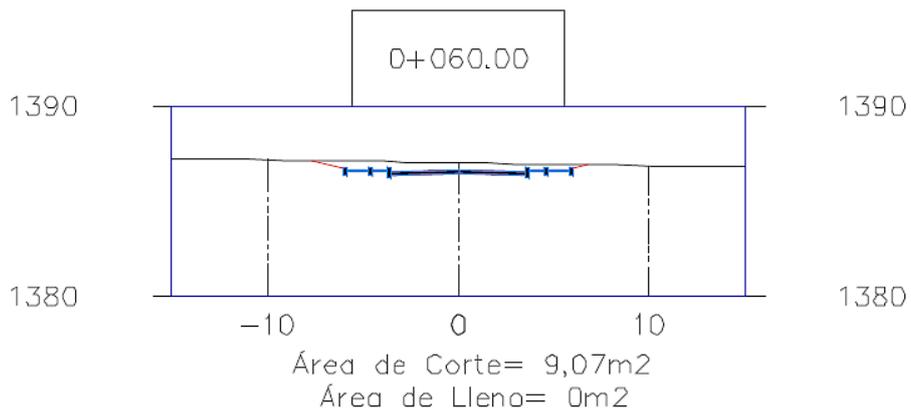


Ilustración 19. Sección Transversal, abscisa 0+060. Elaboración Propia

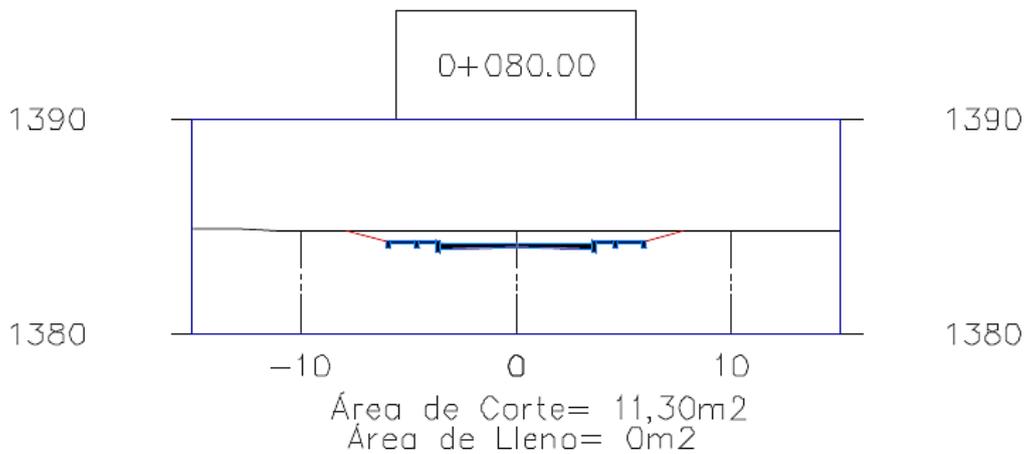


Ilustración 20. Sección Transversal, abscisa 0+080. Elaboración Propia

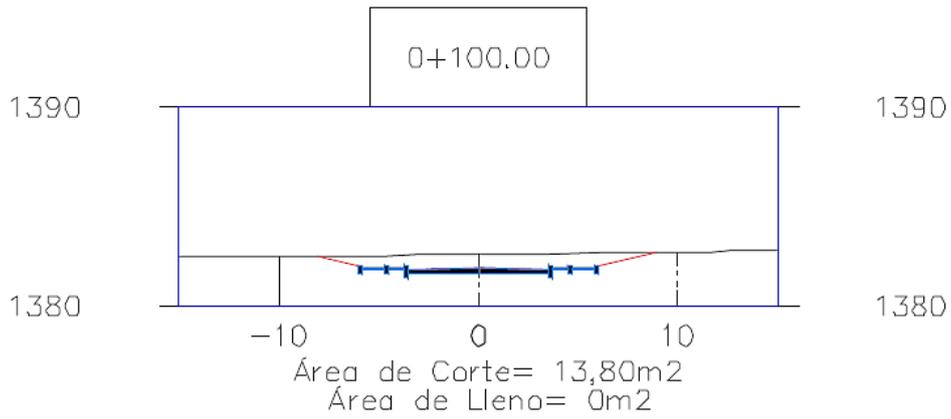


Ilustración 21. Sección Transversal, abscisa 0+100. Elaboración Propia

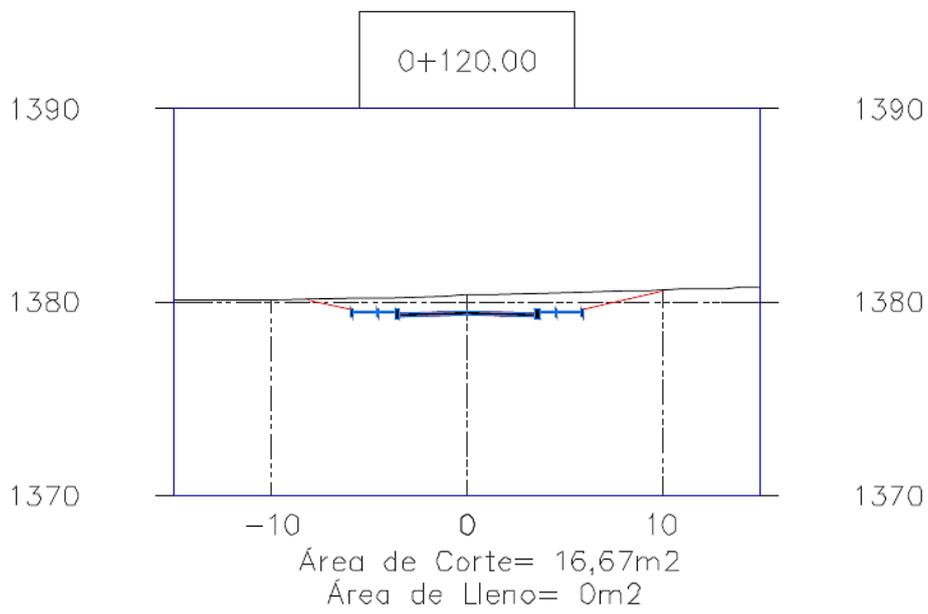


Ilustración 22. Sección Transversal, abscisa 0+120. Elaboración Propia

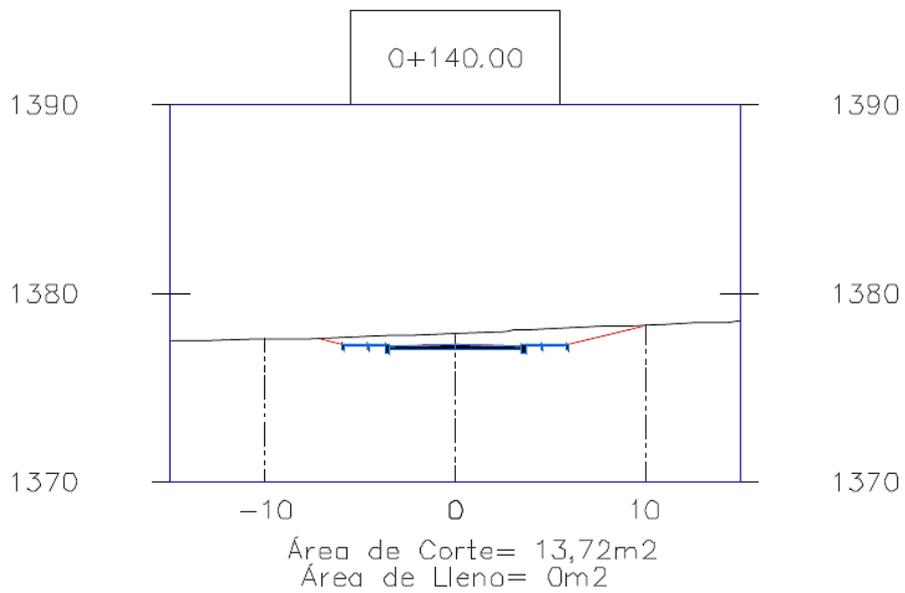


Ilustración 23. Sección Transversal, abscisa 0+140. Elaboración Propia

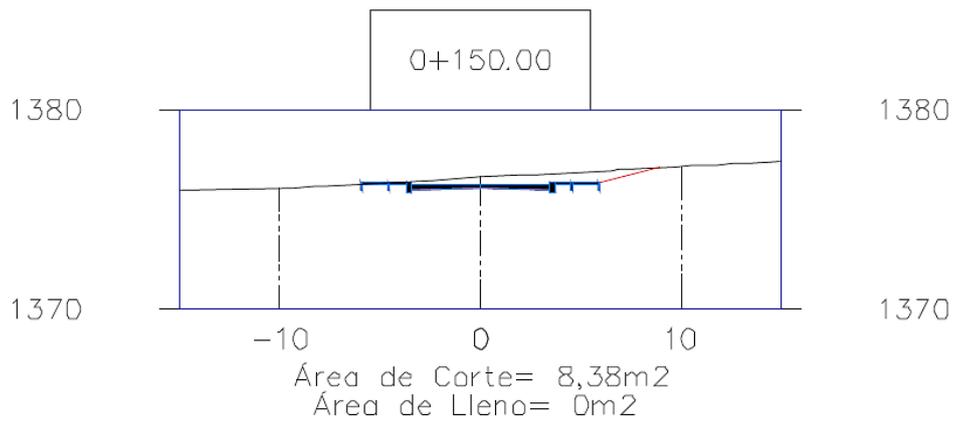


Ilustración 24. Sección Transversal, abscisa 0+150. Elaboración Propia

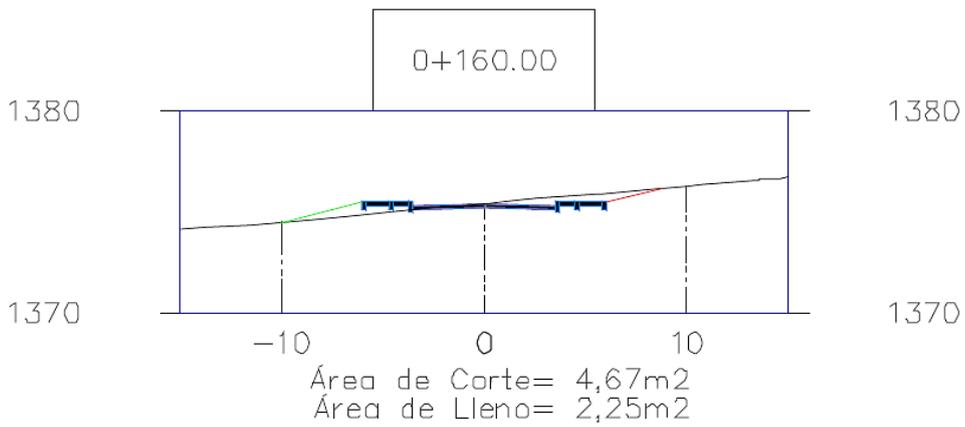


Ilustración 25. Sección Transversal, abscisa 0+160. Elaboración Propia

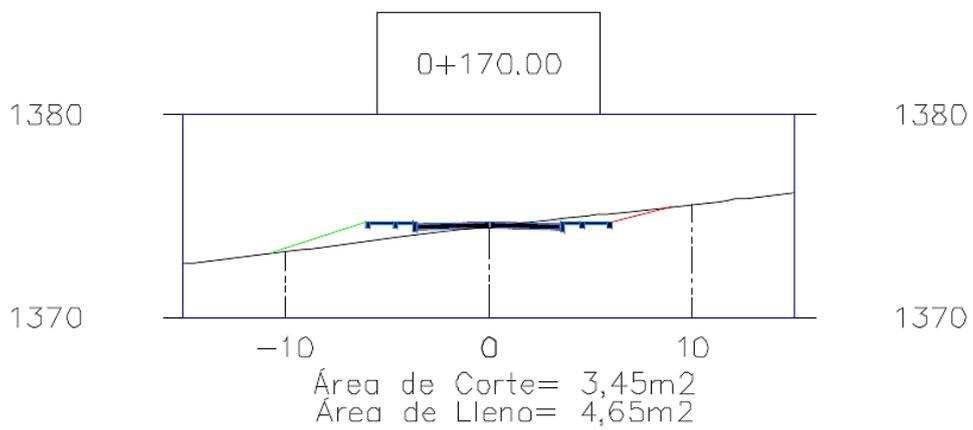


Ilustración 26. Sección Transversal, abscisa 0+170. Elaboración Propia

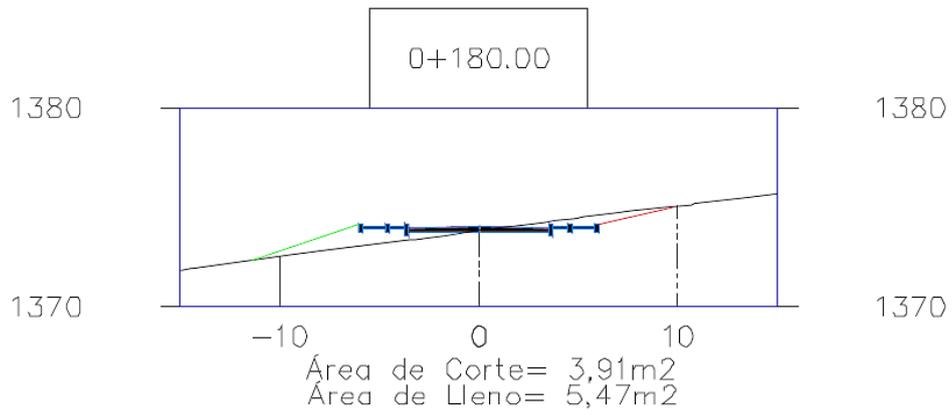


Ilustración 27. Sección Transversal, abscisa 0+180. Elaboración Propia

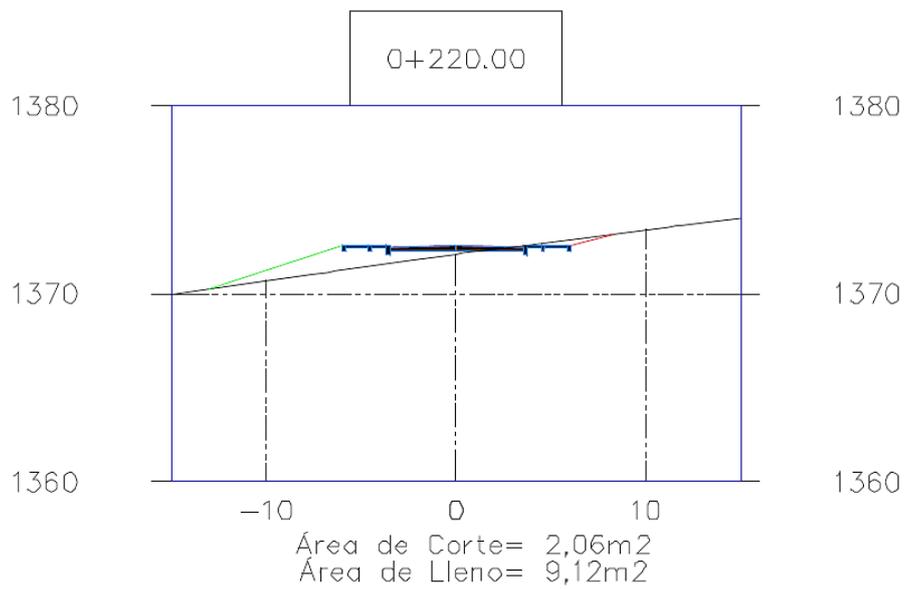


Ilustración 28. Sección Transversal, abscisa 0+220. Elaboración Propia

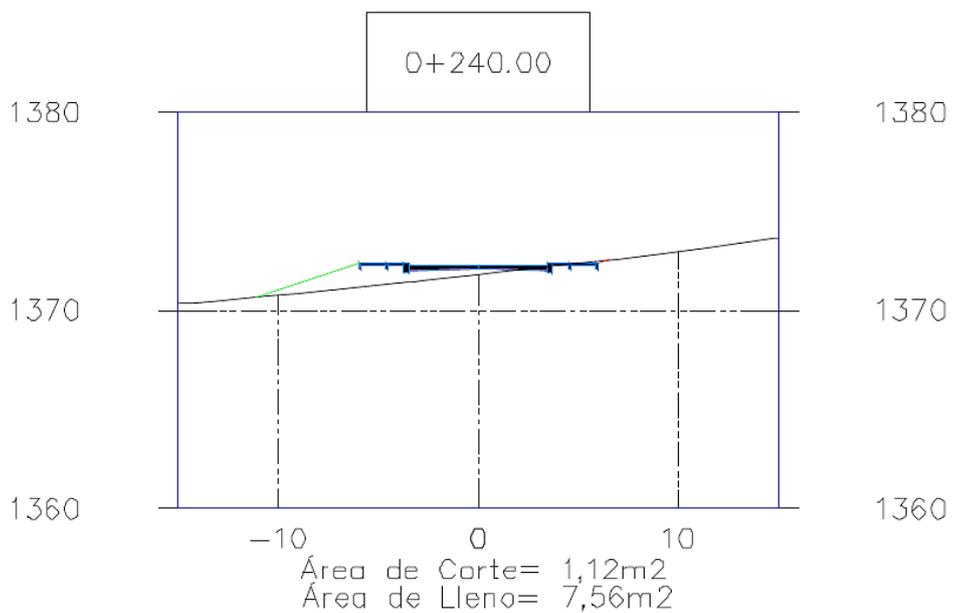


Ilustración 29. Sección Transversal, abscisa 0+240. Elaboración Propia

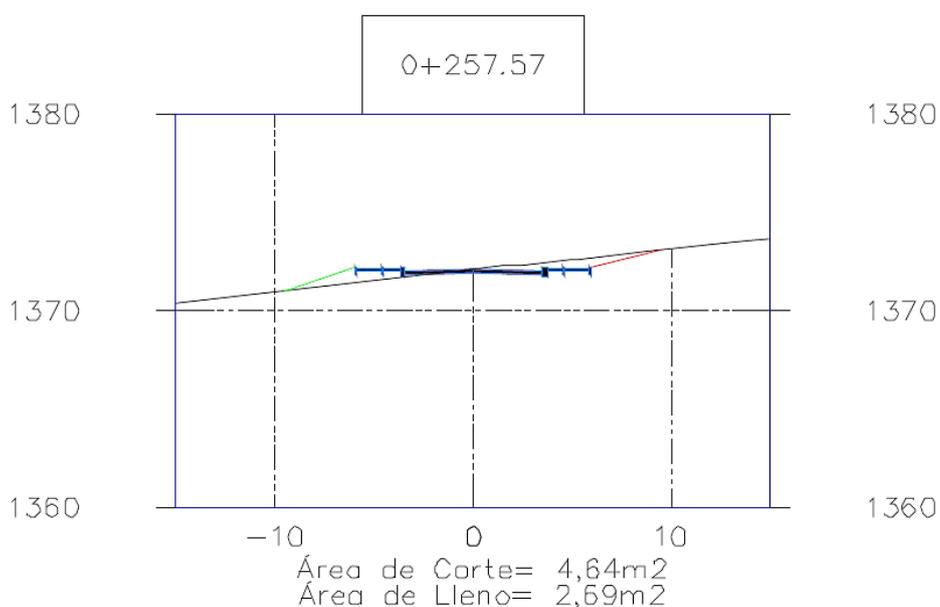


Ilustración 30. Sección Transversal, abscisa 0+257,57. Elaboración Propia

Volumen de material de Lleno y Corte

En la siguiente tabla se puede apreciar las áreas de corte y lleno en cada sección transversal consideradas, y de igual forma el cálculo del volumen por cada tramo y total del material requerido para el terraplén y el material de excavación, con el fin de conformar el nivel del terreno para la construcción de la vía, teniendo en cuenta el diseño horizontal y vertical. Los siguientes valores de volumen no tienen en cuenta las franjas del terreno que serán reemplazadas por la capa de la base granular y por la capa del material de reemplazo de la subrasante, según el diseño de la estructura de pavimento y el estudio geotécnico, por lo tanto, se debe de considerar estos volúmenes adicionales a la hora de realizar el presupuesto de obra. Se obtiene un volumen total de excavación de 1971,46m³ y un volumen de material para lleno de 425,72m³.

Tabla 32. Cálculo de volumen de lleno y corte. Elaboración Propia

Sección Transversal	Abscisa	Área (m ²)		Volumen (m ³)	
		Corte	Lleno	Corte	Lleno
1	0 + 000	3,80	0,23		
				115,33	1,53
2	0 + 020	7,99	0,00		
				211,21	0,00
3	0 + 040	13,36	0,00		
				222,92	0,00
4	0 + 060	9,07	0,00		
				203,29	0,00
5	0 + 080	11,30	0,00		
				250,58	0,00

Sección Transversal	Abscisa	Área (m ²)		Volumen (m ³)	
		Corte	Lleno	Corte	Lleno
6	0 + 100	13,80	0,00		
				304,25	0,00
7	0 + 120	16,67	0,00		
				303,42	0,00
8	0 + 140	13,72	0,00		
				109,41	0,00
9	0 + 150	8,38	0,00		
				64,35	7,50
10	0 + 160	4,67	2,25		
				40,45	33,78
11	0 + 170	3,45	4,65		
				36,78	50,54
12	0 + 180	3,91	5,47		
				19,20	26,86
13	0 + 194,73	Inicio Est. Puente			
				-	-
14	0 + 202,73	Fin Est. Puente			
				11,86	52,50
15	0 + 220	2,06	9,12		
				31,33	166,56
16	0 + 240	1,12	7,56		
				47,09	86,44
17	0 + 257,57	4,64	2,69		
				1971,46	425,72

6.4 Diseño de la estructura de pavimento

Para el diseño del pavimento rígido se empleó el método del manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito estipulado por el INVIAS, en donde se utilizó los catálogos en función de las variables más importantes para la determinación de los espesores de las capas del pavimento, el cual se basa en los métodos de diseños más conocidos en el país como lo son PCA-84 y la AASHTO. También se empleó la metodología de diseño de AASHTO – 93 para para pavimento rígido, con el fin de verificar el cumplimiento del espesor de la losa de concreto obtenido con el manual del INVIAS.

6.4.1 Parámetros de Diseño

A continuación, se presenta los parámetros, con su respectivo valor, necesarios para el cálculo del diseño de la estructura de pavimento rígido.

- Numero de ejes equivalentes (N): **1.121.209,81** (Capítulo 6.2.1.3 Número de ejes equivalentes de diseño).

- Periodo de diseño: **20 años** (Capitulo 6.2.1.3 Número de ejes equivalentes de diseño).
- Índice de serviciabilidad inicial (Po): teniendo en cuenta la tabla 32, el índice de serviciabilidad inicial para pavimento rígido es **4,5**

Tabla 33. Índice de serviciabilidad inicial (AASHTO, 1993)

índice de serviciabilidad inicial
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

- Índice de serviciabilidad final (Pt): La vía en cuestión es de carácter terciaria, por lo tanto, se puede considerar como un camino de tránsito menor, y teniendo en cuenta la tabla 33, el índice de serviciabilidad final es **2,0**.

Tabla 34. Índice de serviciabilidad final (AASHTO, 1993)

índice de serviciabilidad final
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

- Factor Direccional: la vía proyectada estará conformada por dos carriles en ambas direcciones, por lo tanto, el factor direccional es **0,5**.

Tabla 35. Factor Direccional (AASHTO, 1993)

Número de carriles en ambas direcciones	LD 10
2	0,50
4	0,45
6 o más	0,40

- Factor de Distribución por carril: La vía en cuestión tendrá 1 carril por sentido, por lo tanto, el factor distribución por carril es **100%**.

Tabla 36. Factor de Distribución por carril (AASHTO, 1993)

Nº DE CARRIL EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

- Nivel de Confiabilidad: La vía proyectada para comunicar el barrio Los Álamos con el casco urbano del municipio de Venecia es de carácter local, por lo tanto, se elige el mayor nivel de confiabilidad dentro del rango, es decir **80%**.

Tabla 37. Niveles de Confiabilidad (AASHTO, 1993)

NIVELES DE CONFIABILIDAD	
CLASIFICACION FUNCIONAL	NEVEL RECOMENDADO POR AASHTO PARA CARRETERAS
Carretera Interestatal o Autopista	80 - 99.9
Red Principal o Federal	75 - 95
Red Secundaria o Estatal	75 - 95
Red Rural o Local	50 - 80

- Error Estándar Combinado: Se elige para la desviación estándar total un valor igual a **0,40**; este es el mayor valor dentro del del intervalo de valores recomendado por el método AASHTO-93 para pavimentos rígidos.

Tabla 38. Error Estándar Combinado para pavimento rigiso (AASHTO, 1993)

TIPO	(So)
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0,35
En Sobre Capas	0,40

- Coeficiente de Drenaje: Se suponen condiciones normales de drenaje en la vialidad, por lo que se emplea un coeficiente de drenaje igual a **1,0**.

Tabla 39. Coeficiente de Drenaje (AASHTO, 1993)

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1,20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1,00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0,80
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0,60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0,40

- Coeficiente de transmisión de carga: Se emplean pasajuntas, por lo tanto, se elige como coeficiente de transferencia de carga el mayor valor dentro del rango, es decir **3,1**.

Tabla 40. Coeficiente de transmisión de carga (AASHTO, 1993)

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3,2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	----	2.3 - 2.9	----

- CBR de diseño de la subrasante: **5%** (Capitulo 6.2.3.3 capacidad de la subrasante).

- Módulo de Resiliencia de la subrasante: **50 MPa** (Capítulo 6.2.3.3 capacidad de la subrasante).
- CBR de la Base Granular: En las especificaciones generales de construcción de carreteras, estipulado por el INVIAS, se encuentra el artículo 330, el cual describe los requisitos de calidad que debe cumplir el material que conformará la base granular, en donde, para un nivel de tránsito NT2 se obtiene una base granular de clase B, por consiguiente, este material debe cumplir con un valor de CBR del **80 %** como mínimo, se elige este valor para el diseño de la estructura de pavimento (INVIAS, 2013).

Tabla 41. Niveles de tránsito (INVIAS, 2013)

NIVEL DE TRÁNSITO	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 80 kN EN EL CARRIL DE DISEÑO, N_{80kN} , MILLONES
NT1	$N_{80kN} \leq 0.5$
NT2	$0.5 < N_{80kN} \leq 5.0$
NT3	$N_{80kN} > 5.0$

Tabla 42. Uso típico de las diferentes clases de base granular (INVIAS, 2013)

CLASE DE BASE GRANULAR	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Tabla 43. Requisitos de calidad de los agregados para subbases granulares (INVIAS, 2013)

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)	E-218	40 8	40 8	35 7
- 500 revoluciones				
- 100 revoluciones				
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	30	25
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10 % de finos	E-224	-	70	90
- Valor en seco, mínimo (kN)				
- Relación húmedo/seco, mínimo (%)				
-		-	75	75
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	12	12	12
- Sulfato de sodio				
- Sulfato de magnesio		18	18	18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	-	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	3	0	0
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2
Geometría de las Partículas (F)				
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	35	35	35
Caras fracturadas, mínimo (%)	E-227	50	70	100
- Una cara				
- Dos caras		-	50	70
Angularidad de la fracción fina, mínimo (%)	E-239	-	35	35
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 330.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 80	≥ 80	≥ 95

- Módulo de elasticidad de la base granular: para la obtener el módulo de elasticidad de la base granular se emplea la siguiente gráfica, la cual también se utiliza para calcular el numero estructural de la base granular, en donde para un valor de CBR de 80% se obtiene un módulo de **28000 PSI** o **193, 05 MPa**.

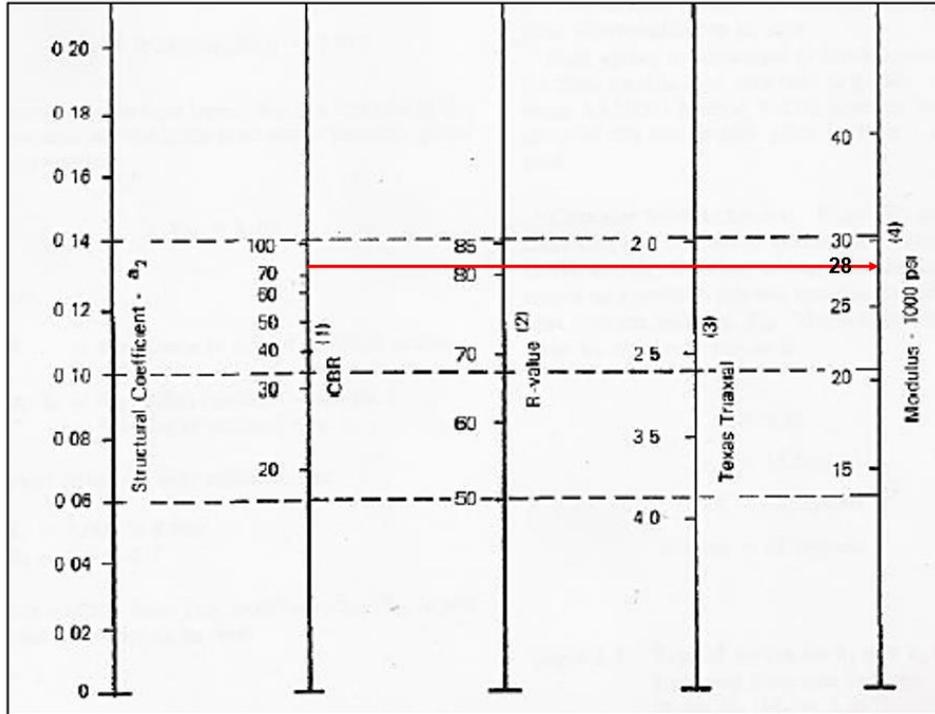


Ilustración 31. Coeficiente estructural de la base granular (AASHTO, 1993)

- Módulo de Rotura del concreto: Este dato de entrada está en función de la disponibilidad de los materiales en la zona, para este caso en particular por disponer de concretos certificados se adopta un valor de módulo de rotura de **40 kg/cm²**.
- Resistencia a la compresión del concreto: La resistencia a la compresión que más se aproxima a un módulo de rotura de 40 kg/cm² es **3500 PSI o 24MPa**.
- Módulo de elasticidad del concreto: En el título C de la NSR-10 se describe las ecuaciones para calcular el módulo de elasticidad del concreto a partir de la resistencia a compresión, en donde se utilizó la ecuación para agregado grueso de origen metamórfico, dando un valor de **23025,2 MPa**.

Ecuación 13. Módulo de elasticidad del concreto de agregado grueso de origen metamórfico (NSR -10)

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c}$$

6.4.2 Diseño utilizando el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS

En este capítulo se hallará el espesor de la losa de concreto utilizando el catálogo del manual de diseño de pavimentos de concreto del INVIAS, el cual depende de la categoría tránsito (T#), de la clasificación de la subrasante (S#), si se utilizaran dovelas (D) o no (ND) y bermas laterales (B) o (NB), también del tipo de soporte sobre el que se desea construir el pavimento (Suelo Natural "SN", Base Granular "BG", o Base Estabilizada con Cemento "BEC") y la calidad del concreto (MR#) (INVIAS, 2008).

6.4.2.1 Categoría de Tránsito

la categoría de tránsito de la vía de estudio es **T1**, ya que el número de ejes equivalentes proyectados a 20 años (1,121,209.81) se encuentra en el rango de 1'000.000 a 1'500.000 (INVIAS, 2008).

Tabla 44. Categorías de tránsito para la selección de espesores. (INVIAS, 2008)

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T ₀	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000,000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000,000 a 1'500,000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1,000	1'500,000 a 5'000,000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1,001 a 2,500	5'000,000 a 9'000,000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2,501 a 5,000	9'000,000 a 17'000,000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5,001 a 10,000	17'000,000 a 25'000,000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10,001	25'000,000 a 100'000,000

6.4.2.2 Clasificación de la subrasante

la clasificación de la subrasante se hace con base en la Relación de Soporte de California del suelo -CBR, evaluada según la Norma INVE-148-07. En este caso se tiene un CBR de diseño de 4%, por lo tanto, la clasificación de la subrasante es **S2** (INVIAS, 2008).

Tabla 45. Clasificación de la subrasante de acuerdo a su resistencia (INVIAS, 2008)

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm ²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 - 500
S3	5 - 10	500 - 1,000
S4	20 - 10	1,000 - 2,000
S5	> 20	> 2,000

6.4.2.3 Material de soporte para el pavimento

En este caso se tendrá en cuenta la base granular como material de soporte de la estructura de pavimento, el cual deberá cumplir con las especificaciones del Artículo INV-330-13 del INVIAS. Su efecto en el Espesor de la estructura se tendrá en cuenta elevando el valor de la capacidad de soporte del terreno natural o suelo de subrasante; ya que según el estudio de suelos es necesario para garantizar la estabilidad del terreno. El presente manual considera un espesor de 15 cm para la base granular.

Tabla 46. Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto (INVIAS, 2008)

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

6.4.2.4 Valor de resistencia a la flexotracción del concreto (Módulo de rotura)

El módulo de rotura está en función de la disponibilidad de los materiales en la zona, para este caso en particular por disponer de concretos certificados se adopta un valor de módulo de rotura de 40 kg/cm², en donde su clasificación es **MR2**.

Tabla 47. Valor de resistencia a la flexotracción del concreto "Módulo de rotura" (INVIAS, 2008)

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

6.4.2.5 Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral

Para la vía proyectada se tendrá en cuenta la presencia de pasadores de carga (dovelas) en las juntas transversales y confinamiento lateral del pavimento, por medio de la construcción de andenes.

Tabla 48. Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral (INVIAS, 2008)

Denominación	Descripción
D	Dovelas
B	Bermas
No D	No Dovelas
No B	No Bermas

6.4.2.6 Resumen de las variables consideradas en el diseño del pavimento

A continuación, se presenta la tabla resumen de las variables consideradas para el cálculo del espesor de la losa de concreto.

Tabla 49. Resumen de Variables consideradas para el diseño del pavimento (INVIAS, 2008)

Variables y su representación				
Suelos	Tránsito	Transferencia y confinamiento	Soporte	Concreto
S1 (CBR<2)	T0 (EALS <1x10 ⁶)	D y B (Dovelas y Bermas)	SN (Subrasante)	MR1=38 MPa
S2 (2<CBR<5)	T1 (1x10 ⁶ <EALS <1,5x10 ⁶)	D y No B (Dovelas y No Bermas)	BG (15 cm BG)	MR2=40 MPa
S3 (5<CBR<10)	T2 (1,5x10 ⁶ <EALS <5x10 ⁶)	No D y B (No Dovelas y Bermas)	BEC (15 cm BEC)	MR3=42 MPa
S4 (10<CBR<20)	T3 (5x10 ⁶ <EALS <9x10 ⁶)	No D y No B (No Dovelas y No Bermas)		MR4=45 Mpa
S5 (CBR>20)	T4 (9x10 ⁶ <EALS <17x10 ⁶)			
	T5 (17x10 ⁶ <EALS <25x10 ⁶)			
	T6 (25x10 ⁶ <EALS <100x10 ⁶)			

Tabla 50. Definiciones de Variables (INVIAS, 2008)

En donde:	
SI: "Clase de suelo con i variando desde 1 hasta 5"	BG: "Base granular"
TI: "Clase de tránsito con i variando desde 0 hasta 6"	BEC: "Base estabilizada con cemento"
D: "Dovelas"	CBR: "Relación de soporte de California"
B: "Bermas"	EALS: Ejes equivalentes definidos con el procedimiento "Equivalent Axels Load System"
SN: "Suelo natural o subrasante"	

6.4.2.7 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T1 como factor principal

Ya con todas las variables definidas se procede a seleccionar el valor del espesor de la losa de concreto donde se interceptan las variables definidas anteriormente, dando como resultado un espeso de losa de **22 cm**.

Tabla 51. Espesor de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T1 como factor principal (INVIAS, 2008)

ESPEORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																							
		Tránsito T1																					
		S1				S2				S3				S4						S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B			D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1			24	28	23	27	23	27	21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23		
	MR2			23	27	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23		
	MR3			22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR4			20	25	21	24	21	24	19	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21		
BG	MR1			23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23		
	MR2			22	26	22	26	22	26	20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22		
	MR3			21	25	21	24	21	24	19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR4			20	24	20	23	20	23	18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21		
BEC	MR1			20	23	20	23	20	23	18	21	18	21	18	21	18	21	18	20	18	20		
	MR2			19	22	19	22	19	22	18	20	18	20	17	20	18	20	17	20	18	19		
	MR3			19	22	18	21	19	21	17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19		
	MR4			19	21	17	20	19	20	16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18		

6.4.2.8 Determinación de la longitud de losa

En principio las losas tendrán el ancho del carril, en este caso de 3,5 m, y su longitud debe estar comprendida entre 3,60 y 5,0 m y la relación entre el largo y ancho de las losas debe oscilar entre 1 y 1,3. Se ha observado que las losas cuadradas tienen un mejor comportamiento estructural (INVIAS, 2008).

- Longitud de la losa (L): debe ser máximo veinticinco veces el espesor (e)
 $L=25e$
- La relación de esbeltez debe de estar comprendida entre el rango (1-1.3) por lo tanto por lo tanto (L/a), donde a es el ancho de la losa y debe estar sobre el anterior rango. Entre la relación de esbeltez este más cercana a 1 estas losas presentaran un mejor comportamiento para la distribución de esfuerzos.

$$L_{max} = 25 * 0,22m = 5,5m$$

Se elige una longitud de losa de 3,5 m

6.4.2.9 Selección de barras de anclaje en Juntas longitudinales

El objetivo básico de las juntas longitudinales es controlar las fisuras que se pueden presentar en los pavimentos cuando se construyen con anchos superiores a los 4,5 metros. En nuestro medio, en el cual existe la tradición de construir los pavimentos por carriles, con un ancho cercano a los 3,6 m, en este caso de 3,5 m, las juntas longitudinales son normalmente de construcción. Los aceros deben cumplir con las especificaciones del Artículo INV 500-07 y lo que sea aplicable del Artículo 640-07, se admiten aceros con resistencia de 187,5 MPa (40000 psi) y 280 MPa (60000 psi). La selección del diámetro, separación, longitud y resistencia de las barras de anclaje, se puede hacer según los criterios indicados en la siguiente tabla (INVIAS, 2008).

Para una losa de 0,22 m de espesor y 3,5 m de ancho se obtiene, como barras de anclaje, barras N° 4 (diámetro de 12,7mm o 1/2"), con un límite fluencia (f_y) de 280MPa (60.000 psi), con una longitud de 0,85 m y una separación entre barras de 1,2 m.

Tabla 52. Recomendación para las barras de anclaje (INVIAS, 2008)

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")			Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")			Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")					
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de $f_y = 187,5$ MPa (40,000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de $f_y = 280$ MPa (60,000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

6.4.2.10 Transferencias de cargas entre losas y confinamiento lateral

Hay dos factores que influyen en la determinación del espesor de las losas de concreto y son la presencia de pasadores de carga (dovelas) en las juntas transversales y los confinamientos laterales del pavimento, como son las bermas, los bordillos o los andenes. En la metodología de diseño se evidenció que el espesor propuesto para el pavimento varía en función de la presencia o ausencia de las dovelas y de los elementos confinantes, que para efectos prácticos se denominan genéricamente como bermas.

No se contempla el uso de acero para reforzar las losas, solo se tendrá acero en las dovelas y en las barras de anclaje. El acero de las dovelas en las juntas transversales es liso y con diámetros de más de 15 mm y el de las barras de anclajes es corrugado y con diámetros menores a los 15 mm (INVIAS, 2008).

6.4.2.11 Selección de pasadores en Juntas transversales

Las varillas de transferencia de carga, conocidas como pasadores de carga, o dovelas, las cuales son barras de acero cortas y lisas con un límite de fluencia (f_y) mínimo de 280 MPa (60000 psi), de acuerdo con el Artículo INV 500-07 y el Artículo INV 640-07, sumergidas dentro del concreto fresco. Los pasadores se instalan en las juntas de tal manera que les permitan a las losas separarse y unirse entre sí, pero no desplazarse verticalmente, y su función es, entonces, absorber los esfuerzos de cortante, generados por las cargas del tránsito al cruzar las juntas y transmitir a la losa adyacente entre el 40 y 45% de la carga de diseño, cuando esta se coloca cerca de la junta. En cuanto a las dimensiones, espaciamiento y longitud de los pasadores, el INVIAS ha diseñado la siguiente tabla (INVIAS, 2008).

Para una losa de 0,22 m de espesor se obtiene pasadores de diámetro de 29mm o 1 1/8"), con una longitud de 400 mm y una separación entre centros de 300 mm.

Tabla 53. Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga (INVIAS, 2008)

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada		
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

6.4.3 Diseño de la estructura de pavimento por el método AASHTO-93

A continuación, se muestra el resultado del diseño de la estructura de pavimento utilizando el método AASHTO – 93, descrito en el capítulo 4.2.5.3. (Métodos de diseño de pavimentos) y los parámetros de diseño definidos en el capítulo 6.4.1., con el fin de comparar el espesor de la losa de concreto hallado por este método con el espesor encontrado por el catálogo del INVIAS.

6.4.3.1 Número de ejes equivalentes de diseño por el método AASHTO-93

El número de ejes equivalentes de diseño por el método AASHTO-93 se calculó utilizando la ecuación 1 descrita en el capítulo 4.2.2.4. (Factor de equivalencia de carga) y la ecuación 2 descrita en el capítulo 4.2.2.5. (Número de ejes equivalentes de diseño), en donde se tuvo en cuenta el peso máximo transmitido por cada eje y el peso máximo de cada tipo de vehículo, enunciados en el capítulo 4.2.2.3 (Peso vehicular y peso por eje) del presente informe, dando como resultado **2.298.439** ESAI (Equivalent Single Axle Load).

Tabla 54. Número de ejes equivalentes de diseño por el método AASHTO-93

Tipo de Vehículo	TIPO A								TIPO B		TIPO C					
	Automóvil		Camioneta		Campero		Micro		Bus		C2 P		C2 G		C3	
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.
CARGA (Ton)	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2	3	5	11	5	11	5	11	8	20
Lx (kips)	2,20	2,20	2,65	3,31	3,31	4,41	4,41	6,61	11,02	24,25	11,02	24,25	11,02	24,25	17,64	44,09
no	16	16	16	16	9	9	22	22	17	17	41	41	31	31	0	0
r%	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Gt	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	3,5712	3,5712	3,3125	2,978	2,978	2,5208	2,5208	1,8348	0,9182	-0,571	0,9182	-0,571	0,9182	-0,571	0,0387	-0,791
G = Wt/Wtx	0,0003	0,0003	0,0005	0,0011	0,0011	0,003	0,003	0,0146	0,1207	3,7209	0,1207	3,7209	0,1207	3,7209	0,9147	6,1763
G Y	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786
ESAL	28,83	28,833	52,306	113	63,56	182,14	445,24	2160,3	13779	424662	33231	1E+06	25126	774383	0	0
PARCIAL	469						441046				1856924					
TOTAL	2298439															

6.4.3.1 Módulo de reacción compuesto de la subrasante (k).

Utilizando el siguiente monograma, del método AASHTO-93 para pavimento rígido, se determina el módulo de reacción compuesto de la subrasante, suponiendo una profundidad infinita. Como dato preliminar se estima el espesor de la base como dato preliminar, después se obtiene el módulo resiliente y módulo de elasticidad del suelo de fundación y de la base respectivamente, por último, se proyecta con las flechas y se obtiene el módulo de reacción compuesto. Para un módulo resiliente de la subrasante de 50 MPa, un módulo de elasticidad del material que conformará la base de 193,05 MPa y un espesor de la capa de base igual a 15cm, se obtiene un módulo de reacción compuesto de la subrasante de **110 MPa/m**.

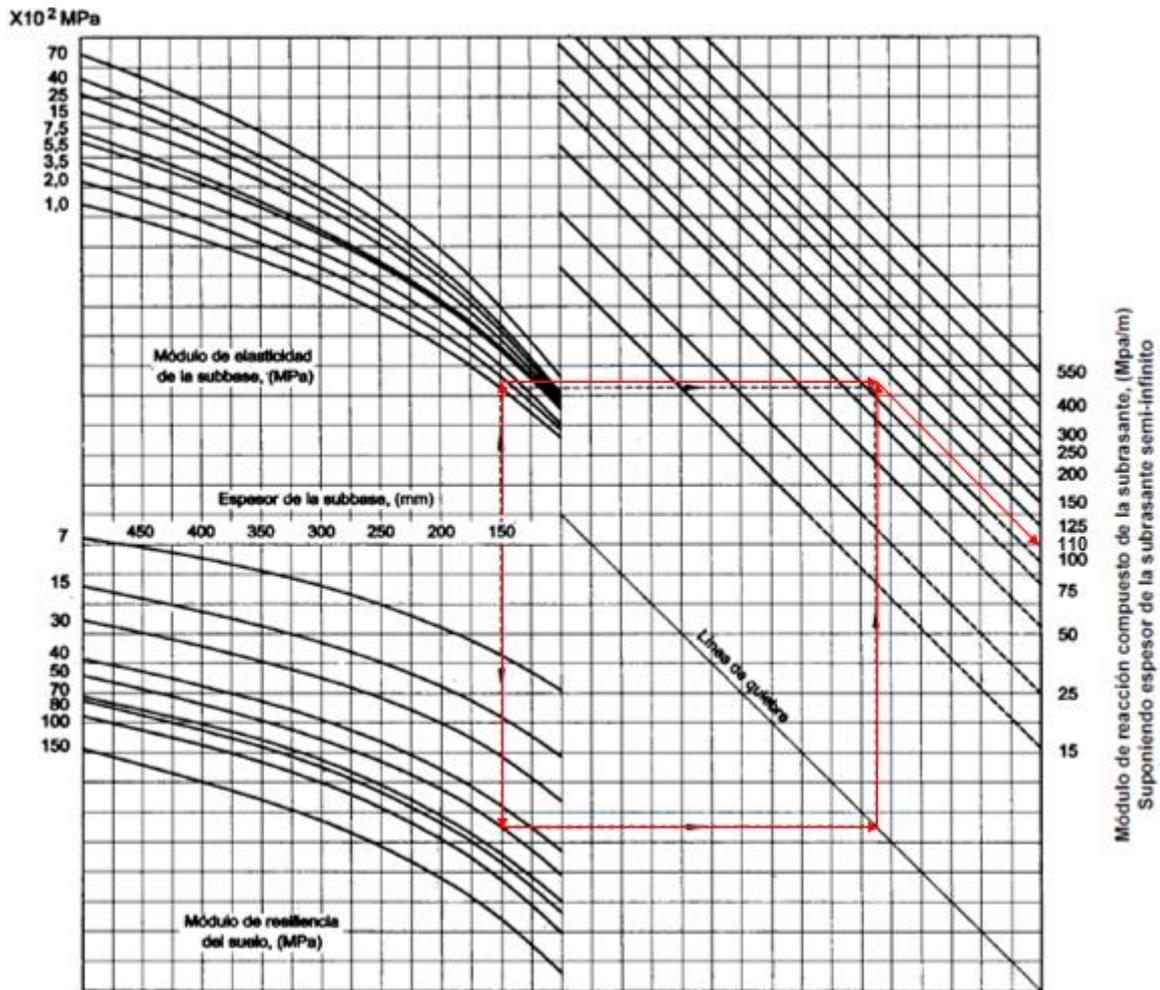


Ilustración 32. Nomograma para determinar módulo de reacción compuesto de la subrasante, suponiendo una profundidad infinita (AASHTO - 93)

6.4.3.2 Determinación del espesor de pavimento por la formula AASHTO-93

Por medio de la ecuación 3 descrita en el capítulo 4.2.5.3. (Métodos de diseño de pavimentos) y teniendo en cuenta los parámetros de diseño, los cuales se resumen en la siguiente tabla, se procede a calcular el espesor de la losa de concreto, dando como resultado un espesor de **176 mm**.

Tabla 55. Determinación del espesor de pavimento por la formula AASHTO-93

DATOS:				
K =	110,00	Mpa/m	So =	0,4
Ec =	23025	Mpa	R =	80
S'c = Mr =	4,00	Mpa	Pt =	2
J =	3,10		Δ PSI =	2,5
Cd =	1,00		W80 =	2,2984
				$\times 10^6$
			D =	176,00 mm
RESOLVIENDO:				
Primer miembro	=	Segundo miembro		
6,36	=	6,36		

6.4.3.3 Determinación del espesor de pavimento por monograma AASHTO-93

Por medio del monograma del método AASHTO-93 para pavimento rígido se determina el espesor de la losa de concreto, dando como resultado un espesor de **163 mm** aproximadamente.

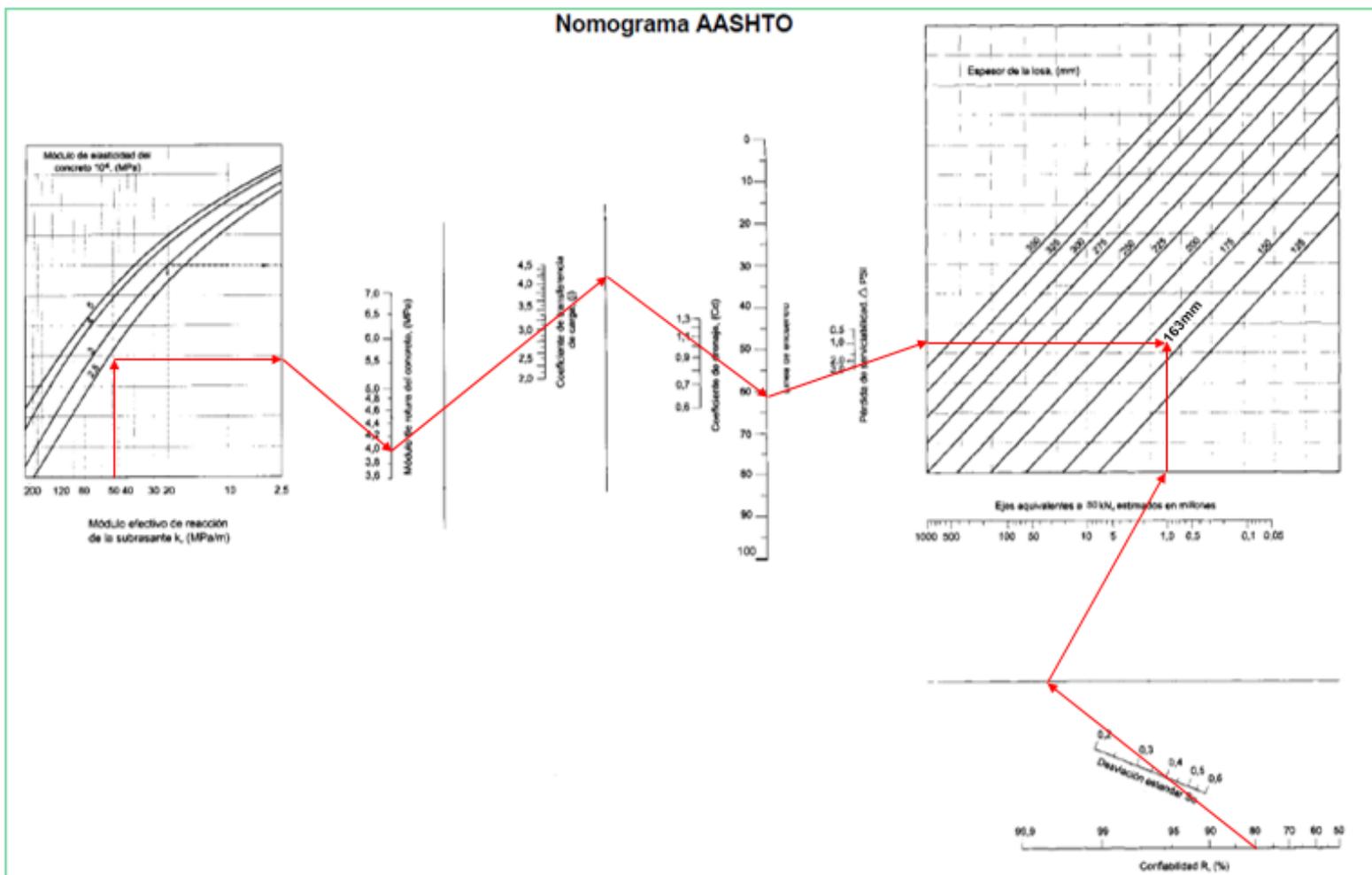


Ilustración 33. monograma AASHTO-93

Por el método AASHTO-93 se obtuvo un valor de espesor de losa de concreto hidráulico menor al obtenido por el método del INVIAS "Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito", por lo tanto, se verifica el cumplimiento del espesor de la losa de concreto obtenido en el manual del INVIAS, y se elige los resultados obtenidos por este método como los parámetros de la propuesta de la estructura de pavimento de la vía que comunicara el barrio los Álamos con el casco urbano del municipio de Venecia.

6.4.4 Corte de juntas

La elaboración de juntas por medio de cortes se realiza con el fin de liberar los esfuerzos que se desarrollan, en las primeras horas después de construido el pavimento, cuando el concreto sufre contracciones mientras se seca y enfría. Estas juntas se hacen cortando el concreto, después de que pasan dos horas de terminado las labores de enrasado, nivelado y rayado, pero antes de pasadas 12 horas, si el corte se va a realizar con equipos de aserrado dotados de discos adiamantados (INVIAS, 2008).

Se recomienda hacer el corte en dos etapas, una inicial a una profundidad de $1/3$ del espesor de la losa, con un ancho de 3 mm, espaciadas cada 3,5 m (para liberar tensiones) y luego las intermedias. Un segundo corte sobre el inicial pero luego de 7 días, de 6 mm de ancho y con una profundidad entre 25 y 30 mm de profundidad (Higuera, 2010). Por lo tanto, se recomienda una profundidad del primer corte de 70 mm con un ancho de 3mm y una profundidad de 30mm para el segundo corte con un ancho de 6mm.

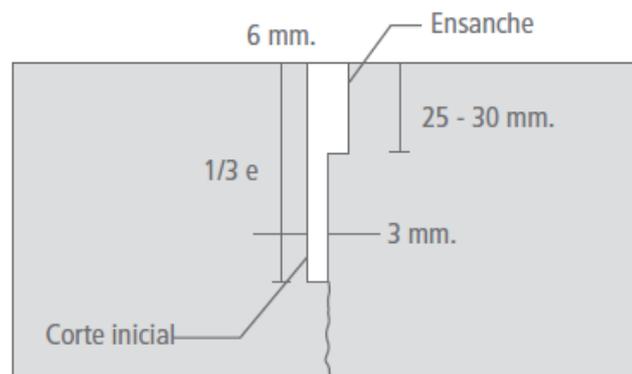


Ilustración 34. Esquema del corte de la junta en las dos etapas (Higuera, 2010)

6.4.5 Estructura de andenes

Las especificaciones para la construcción de andenes sugeridas por la secretaria de planeación y obras públicas del municipio de Venecia son la siguientes:

- **Concreto:** El concreto con resistencia a la compresión de 3000 psi es utilizado para este tipo de estructura, el cual debe extenderse sobre toda la superficie conformada para la construcción del andén, debe ser debidamente vibrado con el fin de prever vacíos sobre toda su capa.
- **Espesor:** El espesor del andén será de 10 cm debido a que por este solo circulará peatones y cual sea el caso bicicletas, lo cual no genera mayor daño al concreto.
- **Base Granular:** El andén se construirán sobre un entresuelo de 0,15 m de espesor conformado por material granular de base o piedra, además debe colocarse una capa de 5 cm de arena compactada.
- **Pendiente:** Pendiente mínima del 1% hacia el interior de la calzada.

- **Acabado:** El andén tendrá un acabado similar al ser realizado en el pavimento en concreto, el cual debe tener su respectivo texturizado en el sentido transversal con el fin de prever caídas de los peatones y tener una superficie rugosa de agarre.
- **Ancho:** Según el urbanismo del sector estipulado por el PBOT (Plan Básico de Ordenamiento Territorial) el ancho del andén es de 1,50 m teniendo en cuenta el ancho del bordillo.

6.4.6 Selección de Bordillos

Como confinamiento lateral de la calzada se utilizará bordillo tipo A10 (20x50x80) y para la conformación de andenes se utilizará el bordillo tipo A81 (15x30x80).

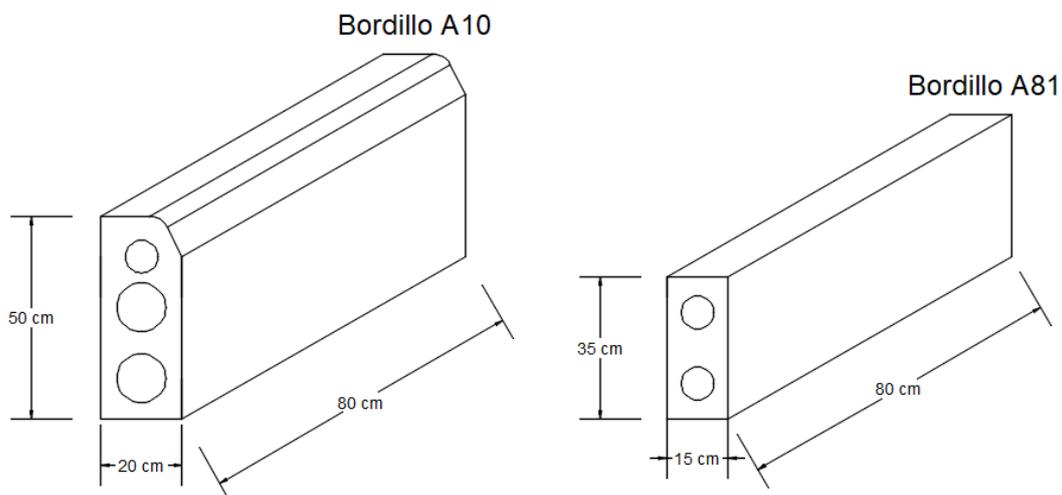


Ilustración 35. Bordillos propuestos para la conformación de calzada y andenes

6.4.7 Resultado

Utilizando el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS, como propuesta de conectividad vial entre el barrio Los Álamos y el casco urbano del municipio de Venecia se obtiene una estructura de pavimento rígido con las siguientes características:

- Espesor reemplazo de subrasante con material seleccionado: **15cm** (Según recomendaciones del estudio geotécnico, capítulo 6.2.3.4.)
- Espesor de la base granular: **15 cm**
- Espesor de la losa de concreto de 3500 psi: **22 cm**
- Ancho de losa de concreto: **3,50 m**
- Longitud de losa de concreto: **3,50 m**
- Barras de anclaje:
 - Barra **N° 4** (diámetro de 12,7mm o 1/2")
 - límite fluencia (f_y) de **280MPa** (60.000 psi)
 - longitud de **0,85 m**
 - separación entre barras de **1,20 m**.

- Pasadores de carga:
 - Barra lisa **N° 9** (diámetro de 28,7 mm o 1 1/8")
 - longitud de **0,40 m**
 - separación entre barras de **0,30 m**.
- Corte de juntas:
 - Primer corte de **70 mm** de profundidad con un ancho de **3mm**, entre 2 y 12 horas posteriores de terminado las labores de enrasado, nivelado y rayado
 - Segundo corte de **30 mm** de profundidad con un ancho de **6mm**, 7 días posteriores.
- Estructura de Andenes:
 - Concreto de 3000 psi.
 - Espesor: **10 cm**
 - Ancho: **1.2m**, con dos bordillos tipo A81 para ambos extremos para un total de 1.5 m.
 - Base Granular: **0,15 m** de espesor y **5 cm** de arena compactada

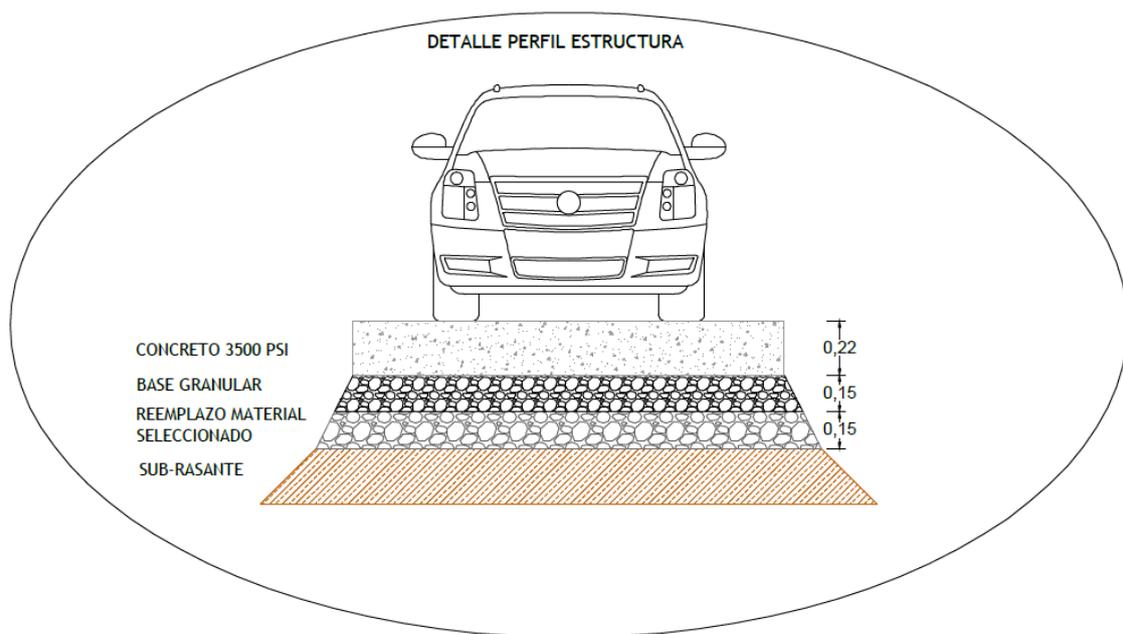


Ilustración 36. Detalle del perfil de la estructura de pavimento. Elaboración Propia

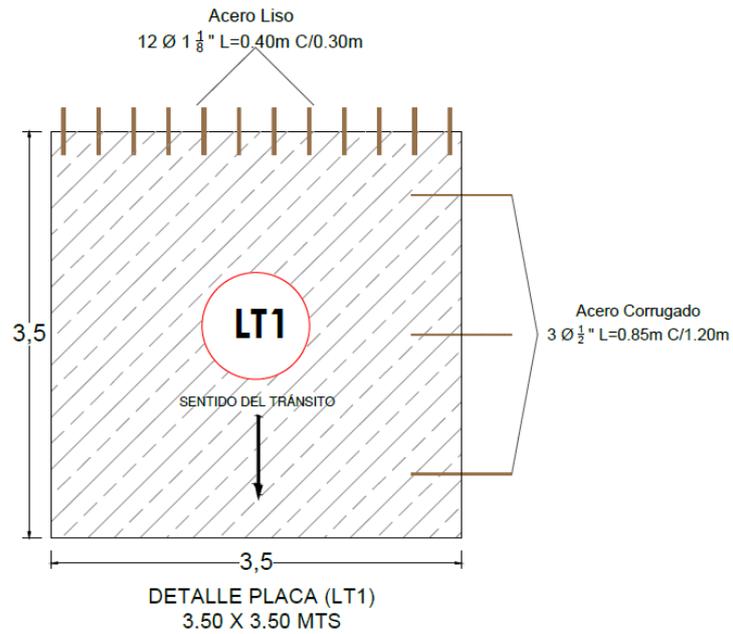


Ilustración 37. Detalle de la placa de concreto LT1. Elaboración Propia

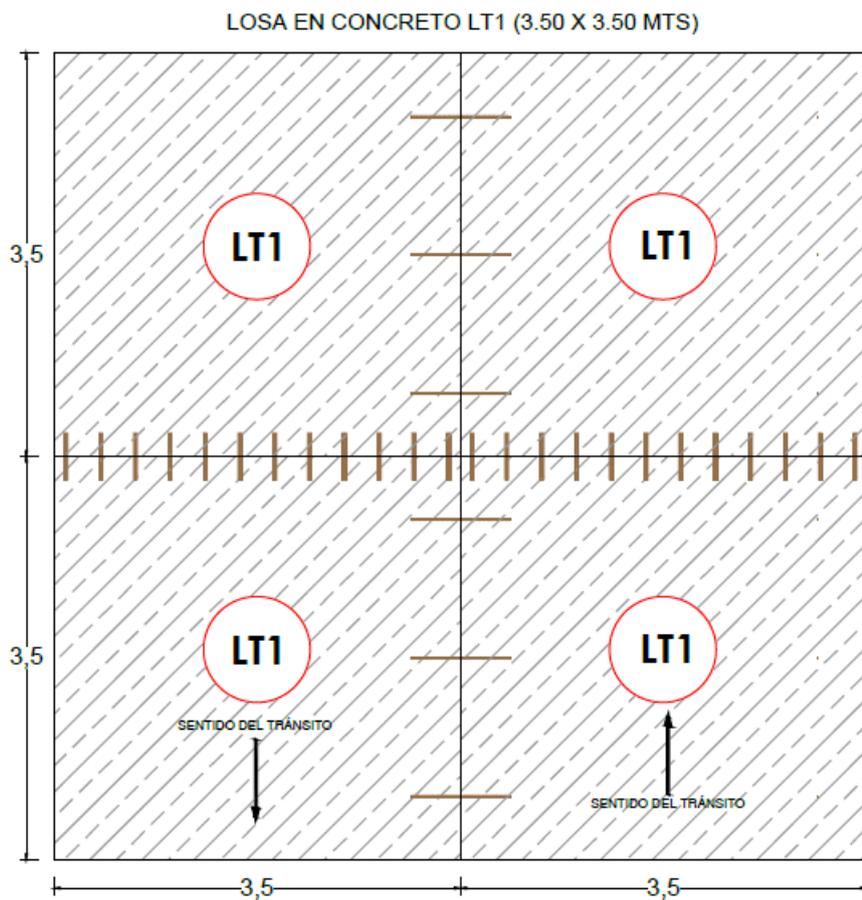


Ilustración 38. Detalle de la unión de las losas de concreto. Elaboración Propia

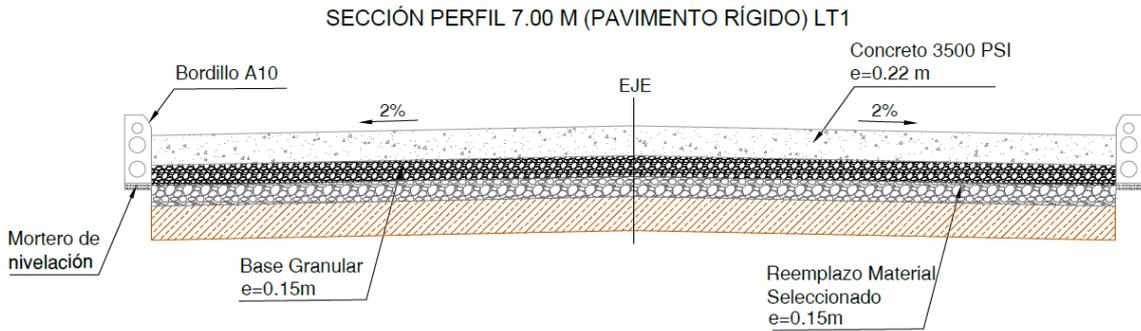


Ilustración 39. Sección Transversal de la estructura de pavimento. Elaboración Propia

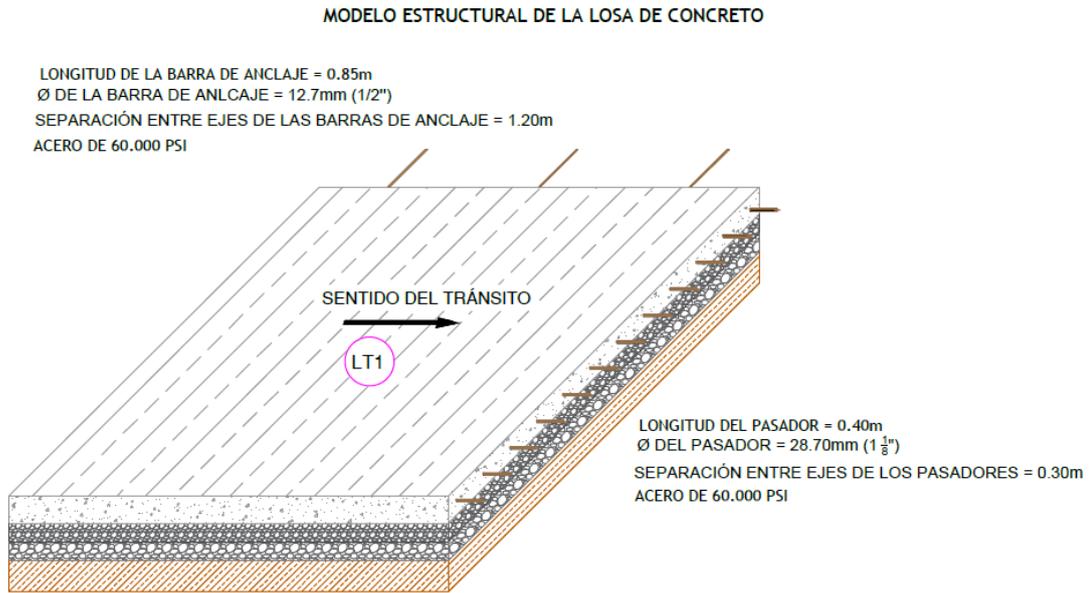


Ilustración 40. Modelo tridimensional de la estructura de pavimento. Elaboración Propia

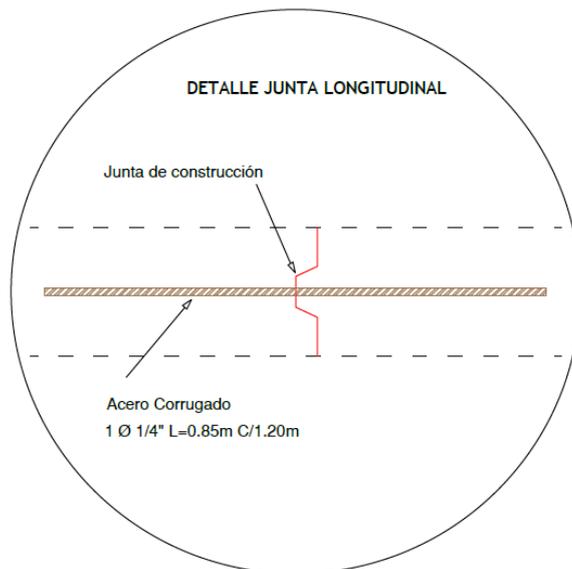


Ilustración 41. Detalle de la junta longitudinal. Elaboración Propia

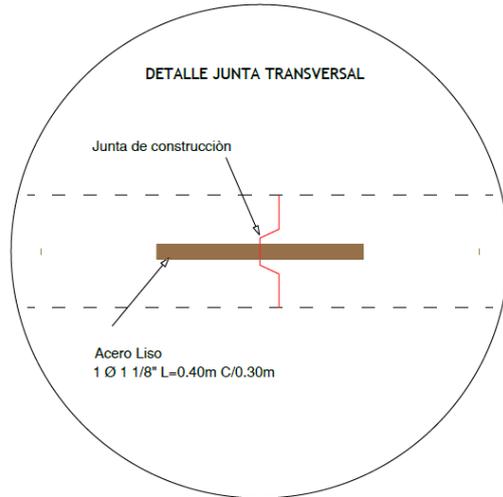


Ilustración 42. Detalle de la junta transversal. Elaboración Propia

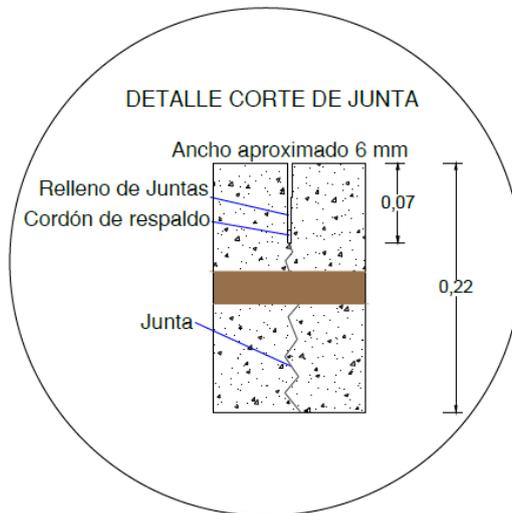


Ilustración 43. Detalle de corte de junta. Elaboración Propia

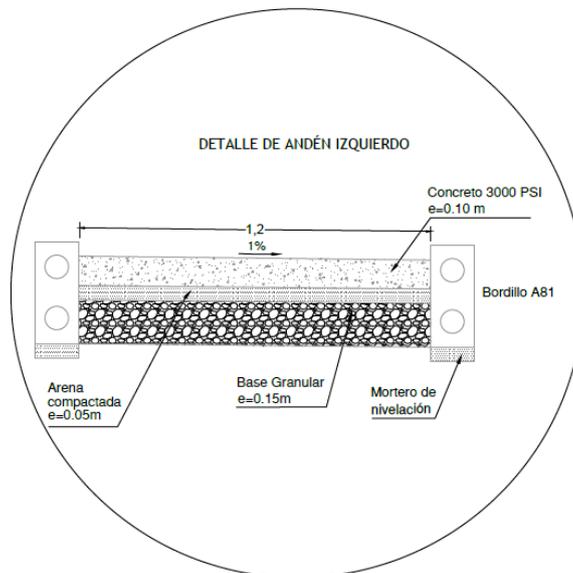


Ilustración 44. Detalle de andén izquierdo. Elaboración Propia

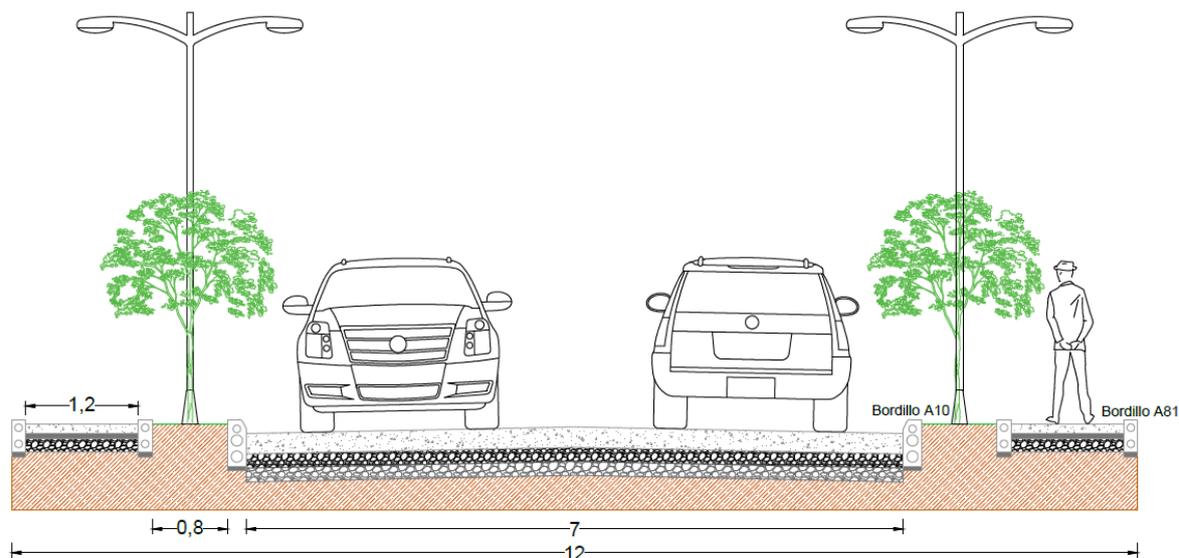


Ilustración 45. Detalle de la Sección Transversal de la vía completa. Elaboración Propia

6.5 Presupuesto de Obra

En este aparte se da a conocer el presupuesto total de obra del proyecto de construcción de la vía planteada en el presente informe, la cual corresponde a la propuesta de conectividad vial entre el barrio Los Álamos y el casco urbano del municipio de Venecia. El presupuesto se calculó luego de realizar todos los diseños y estudios del proyecto, y se determinó a partir del cálculo y recopilación de cantidades de obra, precios y rendimiento de materiales, equipos y mano de obra, análisis de precios unitarios, costos indirectos (Administración, Utilidad e imprevistos – AIU), el valor de interventoría, el plan de manejo de tránsito (PMT), plan de manejo ambiental (PMA) y luego, el costo total de la obra. Cabe resaltar que en el presente presupuesto no se tiene en cuenta el costo del diseño y construcción de la estructura del puente y las obras hidráulicas.

En el capítulo de Anexos se especifica el listado de los materiales a utilizar en la construcción del presente proyecto, con su respectivo costo, en concordancia con los precios del mercado de la zona; de igual forma, en la parte de anexos se muestra el valor de alquiler de los equipos, el precio de la mano de obra con su respectivo factor prestacional, de acuerdo con la respectiva normativa, Los análisis de precios unitarios (APU), la discretización de costos indirectos (Administración, Utilidad e imprevistos – AIU), la especificación del valor de interventoría, del plan de manejo de tránsito (PMT), el cual es una herramienta técnica, cuya función es plantear las estrategias y alternativas necesarias para minimizar el impacto en la movilización de los usuarios de las vías (peatones, vehículos, ciclistas) causado por la ejecución de una obra vial, y la discretización del plan de manejo ambiental (PMA), el cual es el conjunto de acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo del presente proyecto.

Tabla 56. Presupuesto del proyecto. Elaboración Propia

"PROPUESTA DE CONECTIVIDAD VIAL ENTRE EL BARRIO LOS ÁLAMOS CON EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE VENECIA."					
PAVIMENTO RIGIDO					
ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	PRELIMINARES, EXCAVACIONES Y RELLENOS				
1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	3090,84	\$2.967,00	\$9.170.522,28
1.2	DESMONTE Y DESCAPOTE	M2	3090,84	\$6.669,00	\$20.612.811,96
1.3	CONFORMACIÓN DE CALZADA	M2	1802,99	\$3.902,00	\$7.035.266,98
1.4	DEMOLICION DE ANDENES INCLUYE RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE ACARREO LIBRE	M2	10,50	\$14.719,00	\$154.549,50
1.5	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN AMAQUINA, INCLUYE RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE ACARREO LIBRE	M3	2067,58	\$14.893,00	\$30.792.528,51
1.6	EXCAVACION AMANO EN MATERIAL COMUN PARA CONFORMACION SUBRASANTE, INCLUYE RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE ACARREO LIBRE	M3	516,90	\$50.067,00	\$25.879.432,03
1.7	RELLENO EN MATERIAL COMUN	M3	425,72	\$26.781,00	\$11.401.207,32
				Subtotal	\$105.046.318,58
2	CALZADAS Y PISOS				
2.1	SUMINISTRO EXTENDIDO Y COMPACTACION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA REEMPLAZO DE SUBRASANTE	M3	270,45	\$54.922,00	\$14.853.654,90
2.2	SUMINISTRO EXTENDIDO Y COMPACTACION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA BASE GRANULAR	M3	270,45	\$97.169,00	\$26.279.356,05
2.3	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO MR 40	ML	257,57	\$1.064.690,00	\$274.232.203,30
2.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BORDILLO PREFABRICADO A10	ML	515,14	\$70.600,00	\$36.368.884,00
2.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BORDILLO PREFABRICADO A81	ML	1030,28	\$28.358,00	\$29.216.680,24
2.6	ACERO DE REFUERZO PDR 60	KG	3830,77	\$4.750,00	\$18.196.157,50
2.7	CONSTRUCCIÓN DE ANDÉN	ML	515,14	\$230.653,00	\$118.818.586,42
				Subtotal	\$399.146.935,99
3	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
3.1	CONFORMACIÓN Y SELLADO DE JUNTAS	ML	782,57	\$26.386,00	\$20.648.892,02
3.2	SEÑAL VERTICAL	UND	4,00	\$266.006,00	\$1.064.024,00
3.3	LIMPIEZA GENERAL	ML	3090,84	\$2.360,00	\$7.294.382,40
3.4	DEMARCIÓN LONGOTUDINAL	ML	1030,28	\$18.315,00	\$18.869.578,20
				Subtotal	\$47.876.876,62
TOTAL					\$552.070.131,00
				TOTAL COSTO DIRECTO	\$552.070.131,00
				ADMINISTRACION	25% \$138.017.533,00
				UTILIDAD	5% \$27.603.507,00
				INTERVENTORIA	9% \$47.987.226,00
				PMT	3% \$18.821.298,00
				PMA	1% \$4.800.000,00
				TOTAL PROYECTO	\$789.299.695,00

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

- En el presente informe se describe los resultados del diseño geométrico vial, los resultados del diseño de la estructura de pavimento, en donde se determinó los tipos y espesores de las capas estructurales y el valor del presupuesto de la construcción de la vía. Dichos resultados serán debidamente revisados y viabilizados por la Secretaría de Planeación y Obras Públicas del municipio de Venecia.
- Se decide optar por la alternativa de construcción de pavimento rígido por encima de la alternativa de pavimento flexible, por los beneficios y ventajas que este aporta, en donde uno de ellos es el costo, mayor vida útil, la durabilidad, la resistencia, buen drenaje, además, con el paso del tiempo, el concreto gana resistencia, el asfalto se vuelve frágil.
- El estudio de tránsito se realizó en el mes de agosto del año 2019 en el barrio Los Álamos del municipio de Venecia – Antioquia, específicamente en la carrera 51A con la calle 41 por medio de conteos manuales en la vía por medio de aforos vehiculares en un periodo de 7 días durante 12 horas continuas, entre las 06:00 am y las 06:00 pm. Como resultado se obtuvo un valor de 152 como Tránsito Promedio Diario (TPD), una composición vehicular de 26,81% de autos, 25,74% de buses, 26,81 de camiones tipo C2-P y 20,64% de camiones tipo C2-G, una tasa de crecimiento vehicular del 6% y 1.121.209.81 de ejes equivalentes.
- El estudio de suelos se desarrolló en el mes de septiembre del año 2019 en el barrio Los Álamos, precisamente donde iniciará la vía en cuestión, en sentido Sur-Norte, en el cual, se realizaron 3 apiques a una profundidad de 1.5 m, con extracción de muestra alterada para realizar los ensayos de laboratorio. En donde se obtuvo los siguientes resultados: Los valores de CBR al 100 % de los 3 apiques oscilan entre 5,8% y 7,7%. El material encontrado en la subrasante en todos los apiques realizados se compone de arenas limosas. Como resultado final, se obtuvo 3 valores de CBR de diseño, los cuales son 5%, 6% y 4%, para los apiques 1, 2 y 3, respectivamente. Por criterio propio se eligió el valor crítico de CBR para el diseño de todo el tramo vial, el cual corresponde al 4%, con un valor de Modulo de reacción de 34 MPa/m y Módulo Resiliente de 40MPa. Además, se recomienda, para mejorar la capacidad de la subrasante, realizar un remplazo de 15 cm por materiales seleccionados o materiales de recebo compactados al 95% del proctor modificado.
- Se debe realizar el respectivo estudio geotécnico en la zona a intervenir, siguiendo las especificaciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10, Título H), Normas INVIAS (I.N.V.E.) y/o ASTM para la realización de ensayos de campo y laboratorio y Normas de Ensayos para Suelos estipuladas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC, 2002. Por lo tanto, se debe de reajustar el diseño de la estructura de pavimento

adaptándose a los resultados del estudio geotécnico, ya que implica nuevas condiciones de interacción suelo-estructura, por lo cual será necesario introducir las variables de ajuste.

- De igual forma se debe ejecutar el estudio topográfico en la zona donde se piensa intervenir con la construcción de la vía, por lo tanto, se debe reajustar el diseño geométrico de la vía a las condiciones reales del terreno.
- En el diseño del alineamiento horizontal se obtuvo dos tramos con 147.09m y 81.81m como longitud, y una curva horizontal con radio de 43.0 m y longitud de curva de 28.67m, la estructura de puente se encuentra dentro de las abscisas 0+194,73 y 0+202,73. además se obtuvo una longitud total de la vía de 257.57m.
- Se obtiene un valor de 6% como peralte máximo o pendiente transversal máxima en la curva de la calzada, y un valor de bombeo de -2%.
- En el perfil longitudinal en total se obtuvo 3 tramos con pendientes igual a 2.86%, 11.85% y 1.06%, también se obtuvo 2 curvas verticales simples (CV1 y CV2), con punto de intersección en las abscisas 0+040 y 0+175, con cotas en el punto de intersección 1389m y 1373m, con longitud de curva vertical del 35,99m y 97,13m respectivamente, en donde la primera curva es convexa y la segunda es cóncava.
- Se realizó secciones transversales en la vía cada 20 m en los tramos rectos y cada 10 m dentro de la curva horizontal, en donde se ilustra la sección de la vía según el diseño horizontal y vertical, los taludes de corte y terraplén. Se obtiene un volumen total de excavación de 1971,46m³ y un volumen de material para lleno de 425,72m³.
- Utilizando el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS se obtiene una estructura de pavimento rígido con las siguientes características: Espesor reemplazo de subrasante con material seleccionado de 15cm (Según recomendaciones del estudio geotécnico, capítulo 6.2.3.4.), espesor de la base granular de 15 cm, espesor de la losa de concreto de 3500 psi de 22 cm, ancho de losa de concreto de 3,50 m, longitud de losa de concreto de 3,50 m, barras de anclaje N° 4 (diámetro de 12,7mm o 1/2"), con límite fluencia (fy) de 280MPa (60.000 psi), una longitud de 0,85 m y con separación entre barras de 1,20 m, pasadores de carga con barra lisa N° 9 (diámetro de 28,7 mm o 1 1/8"), con longitud de 0,40 m y separación entre barras de 0,30 m y una estructura de Andenes de concreto de 3000 psi, con espesor de 10 cm, ancho de 1.2m, con dos bordillos tipo A81 para ambos extremos para un total de 1.5 m y una base granular de 0,15 m de espesor y 5 cm de arena compactada.

- Se hace necesario generar un estudio hidrológico para la zona de estudio, donde se evalué las condiciones climáticas con el fin de realizar un adecuado diseño de las obras hidráulicas ya sean cunetas, sumideros o alcantarillados necesarias para la correcta recolección y disposición de las aguas lluvias y de escorrentía que puedan llegar a la superficie de la vía y afectar la estructura de pavimento rígido.
- En los objetivos del presente informe no se tiene planteado realizar el diseño de la estructura del puente para sobrepasar la quebrada Galápagos, por lo tanto, se debe realizar el respectivo diseño estructural teniendo en cuenta los resultados del estudio geotécnico, topográfico y de tránsito. Además, tener en cuenta en el presupuesto el costo del diseño y construcción de dicha estructura.
- Los últimos 15 cm de la subrasante deben tener una densidad no inferior al 95% de la densidad máxima correspondiente al ensayo proctor Modificado (Norma de Ensayo INVE-142 de INVIAS). Si esto no se cumple deberá escarificarse y compactarse para lograr dicha compactación en al menos la profundidad indicada.
- El terreno natural que servirá de soporte para la estructura de pavimento debe de cumplir con las especificaciones descritas en el capítulo 2 (Explanaciones) de las especificaciones generales de construcción de carreteras, estipulado por el INVIAS, en donde describe las especificaciones técnicas de las actividades a ejecutar como el desmonte y limpieza, excavación, escarificación, conformación de terraplenes, entre otras actividades.
- El material de reemplazo de la subrasante debe de cumplir con las especificaciones descritas en el artículo 221 de las especificaciones generales de construcción de carreteras, estipulado por el INVIAS. Este artículo describe el procedimiento para ejecutar las actividades de preparación de la superficie de apoyo del material de reemplazo o pedraplén, la colocación y compactación de materiales pétreos adecuados.
- El material que conformará la base granular debe cumplir con los requisitos de calidad como dureza, durabilidad, limpieza, geometría de las partículas, y resistencia del material, descritas en la tabla 330-2 del artículo 330 de las especificaciones generales de construcción de carreteras, estipulado por el INVIAS. En donde, para un nivel de tránsito NT2, algunas especificaciones son: el material debe cumplir con un valor de CBR del 80 % como mínimo, desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A) un valor máximo de 40% para 500 revoluciones, pérdida en ensayo de solidez en sulfatos como máximo 12% con sulfato de sodio, un índice de plasticidad de 0%, equivalente de arena como mínimo 30%, contenido de terrones de arcilla y partículas deleznableles como mínimo 2%, entre otras especificaciones.

- La estructura de pavimento rígido debe de cumplir con las especificaciones técnicas descritas en el artículo 5 (Pavimentos de concreto) de las especificaciones generales de construcción de carreteras, estipulado por el INVIAS, en donde se describe el procedimiento correcto para realizar las actividades de elaboración, transporte, colocación y vibrado de la mezcla de concreto hidráulico, la ejecución y sellado de juntas, el curado, acabado, las especificaciones técnicas que debe cumplir el agua, el agregado fino, agregado grueso, los aditivos y las barras de acero y las demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento rígido.
- Las dovelas o pasadores deben ser fáciles de instalar, lisas y al menos dos terceras partes de su longitud deben estar recubiertas con un material antiadherente, con el propósito de no restringir los desplazamientos horizontales de las losas. Además, deben ser resistentes a la fatiga y a la corrosión (INVIAS, 2008), y deben cumplir con las especificaciones del Artículo INV 500-07 y el Artículo INV 640-07.
- Se recomienda la utilización de malla electrosoldada y acero de refuerzo adicional en las intersecciones, losas irregulares que se generen por la distribución de áreas y pozos de inspección.
- Se recomienda diseñar y realizar la posterior construcción de vigas de concreto reforzado en las zonas donde se una el pavimento nuevo y el pavimento ya existente.
- El andén debe ser colocado sobre una superficie uniforme y libre de material orgánico el cual debe estar debidamente compactado; la pendiente del andén debe ser de al menos el 1% hacia la calzada con el fin de que la escorrentía que se genere sobre este sea transportada al interior de la calzada. El andén se construirá sobre un entresuelo de 0,15 m de espesor conformado por material granular de base o piedra. Esta base se compactará con equipo mecánico hasta una densidad del 95% del proctor modificado. Si la base incluye piedra, ésta será limpia, no meteorizada y de tamaño máximo de 0,15 m para obtener una capa de igual espesor. Los vacíos se llenarán con material granular que puede ser arena y cascajo limpio (gravilla), debe colocarse una capa de 5 cm adicionales de este mismo material.
- Como presupuesto total de la ejecución de la obra se obtiene un valor aproximado de \$789.299.695,00, con un costo directo de \$552.070.131,00, un valor de costos de Administración de \$138.017.533,00, un valor de Utilidad de \$27.603.507,00, un valor para interventoría de \$47.987.226,00, el plan de manejo de tránsito (PMT) presenta un costo de \$18.821.298,00 y el plan de manejo ambiental (PMA) tiene un costo de \$4.800.000,00. Cabe resaltar que en el presente presupuesto no se tiene en cuenta el costo del diseño y construcción de la estructura del puente y las obras hidráulicas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gobierno Municipal de Venecia Antioquia. (febrero 14 de 2018). Mapas de nuestro territorio. GOV.CO. <http://www.venecia-antioquia.gov.co/municipio/mapas-de-nuestro-territorio>.
- Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (Sisbén). (2020). Datos de la población de Venecia Antioquia - Oficina del Sisbén.
- Gobierno Municipal de Venecia Antioquia. (2020). Proyecto de Acuerdo Plan de Desarrollo “Volemos Alto” 2020 – 2023 Municipio de Venecia, Antioquia.
- Ruiz de Peralta M. G. (2011). *La circulación urbana: su regulación competencias de los municipios*.
- Instituto Nacional de Vías INVIAS. (2018). *Manual de Diseño Geométrico de 2008 de INVIAS*. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico>.
- Agudelo Ospina J. J. (2002). *Diseño Geométrico de Vías Ajustado al Manual Colombiano*. <https://snavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>.
- Cárdenas Grisales, J. (2002). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: Ecoe ediciones.
- Agudelo Ospina, J. J. (2002). *Diseño Geométrico de Vías*. En J. J. Agudelo Ospina, *Diseño Geométrico de Vías* (pág. 402). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Estudios Geotécnicos (NSR-10. Título H)*. <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/8titulo-h-nsr-100.pdf>.
- Montejo Fonseca, A. (Tercera edición. Tomo II. 2010). *Ingeniería de Pavimentos: Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías*. Ediciones y Publicaciones. Universidad Católica de Colombia.
- Instituto Nacional de Vías INVIAS. (2008). *Manual de diseño de pavimento de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito*. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>
- Gobierno Municipal de Venecia Antioquia. (2019). *Estudio de Tránsito para el proyecto “Mejoramiento de varios sectores en vas urbanas, mediante la construcción de pavimento rígido en el municipio de Venecia – Antioquia*.

- Instituto Nacional de Vías INVIAS. (2004). Resolución 4100 de 2004. <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/resoluciones-circulares-otros/1067-resolucion-n-004100-de-2004-1>
- García Aladin M. F. (2002). *Catálogo de Diseño de Pavimentos Rígidos de la PCA adaptado a las condiciones de tránsito colombiana*. Universidad del Cauca.
- The American Association Of State Highway And Transportation Officials. (2001). *AASHTO Guide for desing of pavement structures*. Washington D. C, Estados Unidos: The Association, 1993.
- Duarte A. y Martínez S. (2002). *Manual Práctico de Control de costos en obras civiles, aplicado a construcción de edificaciones. Enfoque básico para el ingeniero*. Universidad Católica Andrés Bello.
- Gobierno Municipal de Venecia Antioquia. (2000). Acuerdo N° 026 de 2000 (09 de diciembre).
- Gobierno Municipal de Venecia Antioquia. (2019). *Estudio de suelos para el mejoramiento de varios sectores en vías urbanas, mediante la construcción de pavimento rígido en el municipio de Venecia - Antioquia*.
- Instituto Nacional de Vías INVIAS. (2013). *Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras*. <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de-carreteras>
- Higuera Sandoval C. H. (2010). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras-Volumen 2*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Montoya Estrada J. O. (2013). *Topografía Práctica*. Universidad de Antioquia.

9. ANEXOS

Tabla 57. Precios de materiales e insumos (Gobierno Municipal de Venecia, 2021)

INSUMOS			
Código	MATERIALES E INSUMOS	Unidad	Valor Unitario
M - 01	CORDON DETONANTE	M	\$ 2.500,00
M - 02	EXPLOSIVOS 75% (INDUGEL)	LB	\$ 12.000,00
M - 03	FULMINANTES	UND	\$ 662,00
M - 04	MECHA LENTA	M	\$ 950,00
M - 05	MATERIAL SELECCIONADO	M3	\$ 30.000,00
M - 06	MATERIAL BASE GRANULAR	M3	\$ 62.497,51
M - 07	AGUA	LT	\$ 30,00
M - 08	IMPRIMANTE LIQUIDO EN FRIO SUB BASE TIPO ASFALTICO	lt	\$ 1.500,00
M - 09	ACELERANTE	GALON	\$ 40.000,00
M - 10	CEMENTO 50 KG	BTO	\$ 24.000,00

INSUMOS

Código	MATERIALES E INSUMOS	Unidad	Valor Unitario
M - 11	ARENA	M3	\$ 69.130,67
M - 12	TRITURADO	M3	\$ 79.229,00
M - 13	PUNTILLAS	LB	\$ 2.777,00
M - 14	FORMALETA	M2	\$ 6.500,00
M - 15	MADERA TABLA BURRA 3M DE LARGO X 15 CM DE ANCHO X0,05CM DE ESPESOR	UND	\$ 12.000,00
M - 17	CONCRETO DE 3500 PSI	M3	\$ 526.059,00
M - 18	CONCRETO DE 2500 PSI	M3	\$ 474.790,00
M - 19	CONCRETO DE 3000 PSI	M3	\$ 513.133,00
M - 20	PIEDRA BOLO DE RIO	M3	\$ 72.621,35
M - 21	TUBERIA DE 36" PARA ALCANTARILLADO	M	\$ 980.000,00
M - 22	LIMPIADOR PVC X 1/4" DE GALON	UND	\$ 20.000,00
M - 23	SOLDADURA PVC WET BONDING 1/8 DE GALON	UND	\$ 39.870,00
M - 24	SIKAROD DE 1/4" O SIMILAR	ML	\$ 800,00
M - 25	SIKAFLEX 2CSL	GALON	\$ 170.000,00
M - 26	PIEDRA BARICHARA 15 A 20 CM	M2	\$ 70.500,00
M - 27	BORDILLO PIEDRA BARICHARA 40 CM	ML	\$ 44.500,00
M - 28	ACERO DE REFUERZO	KG	\$ 2.950,00
M - 29	ALAMBRE NEGRO	KG	\$ 4.500,00
M - 30	ANTISOL	KG	\$ 18.000,00
M - 31	ALAMBRE CAL 18	KG	\$ 3.500,00
M - 32	RECEBO	M3	\$ 11.000,00
M - 33	BORDILLO PREFABRICADO TIPO A -10 puesto en obra	UND	\$ 50.400,00
M - 34	ACERO CORRUGADO A - 37	KG	\$ 2.900,00
M - 35	JUNTA CON SELLO DE PVC ANCHO 15CM PARA SUMIDERO ST-40	ML	\$ 15.450,00
M - 36	REJA EN HIERRO FUNDIDO PARA SUMIDERO ST-40 DE 0.90M	UND	\$ 151.000,00
M - 37	REJA EN HIERRO FUNDIDO PARA SUMIDERO ST-40 DE 0.60M	UND	\$ 120.000,00
M - 38	TUBERIA NOVAFORT DE 8"	ML	\$ 52.000,00
M - 39	MALLA ELECTROSOLDADA	KG	\$ 3.200,00
M - 40	LOSETA ADVERTENCIA	UND	\$ 12.500,00
M - 41	GEOTEXTIL NT 200	M2	\$ 7.000,00

INSUMOS			
Código	MATERIALES E INSUMOS	Unidad	Valor Unitario
M - 42	TUBERIA SANITARIA 4"	ML	\$ 23.000,00
M - 43	MORTERO 1:3	M3	\$ 430.000,00
M - 44	LADRILLO TEMOSA	UND	\$ 1.250,00
M - 45	TUBERIA LLUVIAS 12"	ML	\$ 93.000,00
M - 46	ACCESORIOS, LIMPIADOR Y SOLDADURA 12"	UND	\$ 18.000,00
M - 47	SEÑAL VERTICAL	UND	\$ 250.000,00
M - 48	PINTURA DEMARCAACION	GALON	\$ 95.000,00
M - 49	BRICHA CERDA 4"	UND	\$ 12.000,00
M - 50	CINTA DE ENMASCARAR	ROLLO	\$ 5.000,00
M - 51	DISOLVENTE	GALON	\$ 37.000,00
M - 52	BORDILLO PREFABRICADO TIPO A -81 puesto en obra	UND	\$ 19.500,00
M - 53	PINTURA PINTUTRÁFICO MULTIPROPÓSITO ACRÍLICO BASE SOLVENTE	GALON	\$ 102.300,00
M - 54	Sellante Autonivelante Sikaflex-401 Pavemente Sl 300 MI	UND	\$ 41.200,00

Tabla 58. Precio de alquiler de equipos. (Gobierno municipal de Venecia, 2021)

EQUIPOS			
Código	Actividades	unidad	Precio guía
EH	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		
EH -01	VIBROCOMPACTADOR BENITIN	HORA	\$86.528,00
EH -02	VIBRO COMPACTADOR MANUAL	HORA	\$21.199,36
EH -03	COMPRESOR CON MARTILLO	HORA	\$81.120,00
EH -04	VOLQUETA	HORA	\$43.264,00
EH -05	DIFERENCIAL DE 5 TONELADAS	HORA	\$4.326,40
EH -06	RETROCARGADOR (INC OPERADOR)	HORA	\$129.792,00
EH -07	RETROEXCAVADORA	HORA	\$129.792,00
EH -08	VOLQUETA	HORA	\$43.264,00
EH -09	EQUIPO DE PERFORACION TRACKDILL	HORA	\$264.992,00
EH -10	MOTONIVELADORA (INC OPERADOR)	HORA	\$162.240,00
EH -11	VIBRO COMPACTADOR TIPO DINAPAC 10 TON O EQV (INC OPERADOR)	HORA	\$118.976,00
EH -12	CARROTANQUE DE AGUA 1000 LTS	HORA	\$59.488,00
EH -13	VIBRADOR DE CONCRETO	HORA	\$14.060,80
EH -14	FORMALETA METALICA	M2	\$ 7.571,20
EH -15	MEZCLADORA DE 1 BULTO	HORA	\$ 19.468,80
EH -16	CORTADORA DE CONCRETO	DIA	\$ 86.528,00
EH -17	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	DIA	\$ 97.344,00

Tabla 59. Cálculo de porcentaje de prestaciones sociales. (Gobierno Municipal de Venecia, 2021)

CALCULO DE PORCENTAJE DE PRESTACIONES SOCIALES

VALOR SALARIO MINIMO 2021	\$ 908.526,00
----------------------------------	----------------------

Concepto	Porcentaje
Prima de servicios	8,33%
Cesantías	8,33%
Intereses a las Cesantías	1,00%
Vacaciones	4,17%
Aporte de Salud	8,50%
Aporte a Pensión	12,00%
Aporte a Riesgos profesionales	8,70%
Sena	0,00%
I.C.B.F.	0,00%
Horas extras	2,00%
Dotación obligatoria	3,00%
Caja de Compensación Familiar	4,00%
Viáticos	8,00%
Total Porcentaje de Prestaciones Sociales	68,00%

SMMMLV 2021 (INCLUYE 68,02% DE PRESTACIONES)	\$ 1.526.323,68
---	------------------------

Tabla 60. Precio diario de mano de obra. (Gobierno Municipal de Venecia, 2021)

Mano de obra					
Código	Personal	unidad	Precio guía	Prestaciones	Total
MO	DESCRIPCION				
MO - 01	CADENERO	DIA	\$35.000,00	1,68	\$ 58.800,00
MO - 02	TOPOGRAFO	DIA	\$70.000,00	1,68	\$ 117.600,00
MO - 03	AYUDANTE	DIA	\$43.306,41	1,68	\$ 72.754,76
MO - 04	OFICIAL	DIA	\$66.625,24	1,68	\$ 111.930,40

Tabla 61. Cálculo del factor multiplicador de interventoría. (Gobierno Municipal de Venecia)

DISCRIMINACIÓN DEL FACTOR MULTIPLICADOR INTERVENTORIA		
MUNICIPIO DE VENECIA		
“PROPUESTA DE CONECTIVIDAD VIAL ENTRE EL BARRIO LOS ÁLAMOS CON EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE VENECIA.”		
ÍTEM	ELEMENTO	FACTOR
1	SALARIO MENSUAL (expresadas como porcentaje de 1)	1,0000
1,1	Salario básico	1,0000
2	PRESTACIONES SOCIALES (expresadas como porcentaje de 1)	0,4653
2,1	Prima anual legal	0,0833
2,2	Pensiones	0,1200
2,3	Cesantías	0,0833
2,4	Intereses de cesantías	0,0100
2,5	Caja de compensación familiar	0,0400
2,6	Vacaciones	0,0417
2,7	Riesgos profesionales	0,0870
3	COSTOS DIRECTOS (expresadas como porcentaje de 1)	0,4551
3,1	GASTOS DIRECTOS NO REEMBOLSABLES	0,0371
3.1.1	Servicio públicos e internet	0,0090
3.1.2	Gastos legales	0,0095
3.1.3	Gastos bancarios y financieros	0,0095
3.1.4	Mantenimiento y reparación de oficinas	0,0011
3.1.5	Vigilancia, aseo y cafetería	0,0080
3,2	SALARIOS Y PRESTACIONES NO REEMBOLSABLES	0,3930
3.2.1	Salarios del personal administrativo	0,2400
3.2.2	Prestaciones sociales del personal administrativo	0,1530
3,3	OTROS GASTOS NO REEMBOLSABLES	0,0250
3.3.1	Pólizas y fianzas	0,0250
4	HONORARIOS (expresadas como porcentaje de 1)	0,1000
4,1	Honorarios o utilidad del consultor	0,1000
TOTAL, DEL FACTOR MULTIPLICADOR F = 1 + 2 + 3 + 4 (Redondeado a dos cifras decimales)		2,0
(redondeado a dos cifras decimales)		

Tabla 62. Presupuesto de Interventoría técnica, administrativa, financiera y ambiental.
Elaboración Propia

"PROPUESTA DE CONECTIVIDAD VIAL ENTRE EL BARRIO LOS ÁLAMOS CON EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL						
A COSTOS DIRECTOS DEL PERSONAL						
ÍTEM	CARGO/OFCIO	CANTIDAD	SUELDO Y/O TARIFA MENSUAL	DEDICACIÓN MENSUAL	DURACIÓN (Meses)	VALOR PARCIAL (\$)
1	Personal profesional					
1.1.1	Ingeniero residente de Interventoría	1	\$ 2.700.000	1,0	5	\$ 13.500.000
Subtotal Costos Directos de Personal						\$ 13.500.000
Factor multiplicador						2,0
Total Costos Directos de Personal incluido Factor Multiplicador						\$ 27.275.400
B OTROS COSTOS DIRECTOS						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	SUELDO Y/O TARIFA MENSUAL	DURACIÓN (Meses)	VALOR PARCIAL (\$)
1	Equipo de oficina (Impresoras - computadoras) tiempo ejecución y legalización	Mes	1	\$ 600.000	5	\$ 3.000.000
2	Papelería, fax, edición de informes, CD, DVD, fotocopias, fotografías, etc.	Mes	1	\$ 250.000	5	\$ 1.250.000
3	Equipo de topografía (Incluye comisión de topografía)	Mes	1	\$ 1.200.000	4	\$ 4.800.000
4	Ensayos de laboratorio (densidad - cilindros)	Mes	1	\$ 800.000	5	\$ 4.000.000
Subtotal Otros Costos Directos						\$ 13.050.000
C TOTAL COSTOS DIRECTOS DE PERSONAL + OTROS COSTOS DIRECTOS (A+B)						\$ 40.325.400
IVA					19%	\$ 7.661.826
VALOR TOTAL DE LA OFERTA INCLUIDO IVA						\$ 47.987.226

Tabla 63. Presupuesto de Administración, Imprevisto y Utilidad. Elaboración Propia

"PROPUESTA DE CONECTIVIDAD VIAL ENTRE EL BARRIO LOS ÁLAMOS CON EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE VENECIA."						
DESGLOSE DEL A.I.U						
COSTO DIRECTO DE LA OBRA:		\$	552.070.131,00	100%		
DURACION DE LA OBRA:			5 meses			
PORCENTAJE DE A.I.U.:			25%			
VALOR EN PESOS DEL A.I.U.:		\$	138.017.532,75			
ADMINISTRACION 20%						
1	PERSONAL ADMINISTRATIVO	MESES	VR/UNIT	CANTIDAD	DEDICACION	VALOR TOTAL
1,1	Director de Obra	4	\$ 4.000.000	1,00	30%	\$ 4.800.000
1,2	Ing. residente	4	\$ 3.000.000	1,00	100%	\$ 12.000.000
1,3	Secretaria	4	\$ 908.526	1,00	100%	\$ 3.634.104
	Subtotal					\$ 20.434.104
	PRESTACIONES			68%		\$ 13.895.191
	SUBTOTAL PERSONAL ADMINISTRATIVO					\$ 34.329.295
2	GASTOS ADMINISTRATIVOS	MESES	VR/UNIT	CANTIDAD	DEDICACION	VR TOTAL
2,1	oficina, servicios, papeleria, mensajería, contabilidad, fotocopias, cd, etc)	4	\$ 1.000.000	1,00		\$ 4.000.000,00
2,2	Dotacion personal	4	\$ 255.939	5,00		\$ 5.118.773,00
2,3	Ensayos de laboratorio	3	\$ 200.000	3,00		\$ 1.800.000,00
2,5	Señalización y prevencion	1	\$ 200.000	1,00		\$ 200.000,00
2,6	Planos record	1	\$ 100.000	8,00		\$ 800.000,00
2,7	Valla informativa de 2x1 tipo del municipio	1	\$ 1.000.000	1,00		\$ 1.000.000,00
	SUBTOTAL PERSONAL ADMINISTRATIVO					
3	IMPUESTOS MUNICIPALES	TASA (%)	Base			VR. TOTAL
3,1	Retención de industria y comercio	1,0%	\$ 789.299.695			\$ 7.892.997,0
3,2	Estampilla Procultura	0,5%				\$ 3.946.498,5
3,3	Estampilla Prohospital	1,0%				\$ 7.892.997,0
3,4	Estampilla para el bienestar del adulto mayor	4,0%				\$ 31.571.987,8
3,5	Contribución especial para obra pública	5,0%				\$ 39.464.984,8
	SUBTOTAL IMPUESTOS MUNICIPALES					\$ 90.769.464,9
TOTAL ADMINISTRACION					25,00%	\$ 138.017.533,00
UTILIDAD 5%						
	UTILIDAD				5,00%	\$ 27.603.506,55
5	TOTAL UTILIDAD				5,00%	\$ 27.603.506,55
TOTAL A.I.U.					30,0%	\$ 165.621.039,55

Tabla 64. Presupuesto del Plan de Manejo de Tránsito. Elaboración Propia

"PROPUESTA DE CONECTIVIDAD VIAL ENTRE EL BARRIO LOS ÁLAMOS CON EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE VENECIA."						
PLAN DE MANEJO DE TRANSITO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL		
1,1	Señalización Vertical (Señales en reflectivo convencional	6	\$ 120.000,00	\$ 720.000,00		
1,2	Balizas	2	\$ 30.000,00	\$ 60.000,00		
1,3	Barrera o Maletín Plástico 2x1x0,5mt	2	\$ 324.900,00	\$ 649.800,00		
1,4	Cinta peligro x 500 m	2	\$ 30.000,00	\$ 60.000,00		
1,5	Señal pare y siga	2	\$ 85.000,00	\$ 170.000,00		
COSTOS DE PERSONAL						
ITEM	CATEGORIA	DEDICACION (%)	CANTIDAD	TIEMPO MESES	SALARIOS	VR. TOTAL
1	Ayudantes (pare y siga)	100%	2	5,0	\$ 980.657	\$ 9.806.570
					Factor prestacional	1,75
					TOTAL COSTOS PERSONAL	\$ 17.161.497,50
TOTAL PLAN DE MANEJO DE TRANSITO					\$ 18.821.298,00	

Tabla 65. Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental. Elaboración Propia

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					
PRESUPUESTO EJECUCION PROGRAMA					
"PROPUESTA DE CONECTIVIDAD VIAL ENTRE EL BARRIO LOS ÁLAMOS CON EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE VENECIA."					
Programa	Actividad	Cantidad	Unidad	Costo Total (\$)	
5.1. PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS (ESCOMBROS, COMUNES, PELIGROSOS)	Sitios de acopio de materiales, señalización y acordonamiento de estos con cinta peligro. (en el tramo)	1	global	\$ 500.000,00	
	Recuperación de áreas afectadas (Sitios de acopio de materiales, campamentos temporales y limpieza de frentes de obra.	2	Und	\$ 600.000,00	
	Recolección y disposición de residuos convencionales (reciclables y no reciclables) y especiales (Bolsas de cemento, Envases de combustibles) en cada tramo del municipio durante los meses de ejecución de obra.	1	Mes	\$ 300.000,00	
5.2. PROGRAMA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS LIQUIDOS, COMBUSTIBLES Y ACEITES	Construcción de acopios para almacenamiento de hidrocarburo y aceites usados	1	Global	\$ 300.000,00	
	Kit de derrame	1	Und	\$ 250.000,00	
	Alquiler de baños domésticos o instalación de baños portátiles en los frentes de obra. (en el municipio).	1	1 und / mes	\$ 600.000,00	
5.4. PROGRAMA DE USO Y ALMACENAMIENTO ADECUADO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (COMUNES Y ESPECIALES)	Plástico negro (150X3 m) para cubrimiento de materiales pétreos o susceptibles a generar material particulado.	1	Und	\$ 300.000,00	
5.8. PROGRAMA PARA LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD EN EL TRABAJO	Camilla rígida Emergencia Polietileno 185x45cm	1	Und	\$ 150.000,00	
	Extintor Multipropósito ABC redline (20lb)	1	Und	\$ 250.000,00	
	Kit señales preventivas e informativas (Punto de encuentro, botiquín, almacén, peligro sustancia química, basuras, entre otros).	6	Und	\$ 350.000,00	
	Botiquín de emergencias tipo A Contiene (Tijeras, Gasa y vendas, Curitas, Guantes de látex, Alcohol, entre otros acorde a la normatividad)	1	Und	\$ 200.000,00	
PLAN DE GESTIÓN SOCIAL	Implementación de los subprogramas de participación y comunicación y divulgación (incluye logística para reuniones, elaboración de volantes y medios de comunicación.	1	Global	\$ 1.000.000,00	
			TOTAL	\$ 4.800.000,00	

Tabla 66. Análisis de Precios Unitario del Concreto de 2500 psi. Elaboración Propia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	SUB . ANÁLISIS					UNIDAD:	M3
ACTIVIDAD	CONCRETO DE 2500 PSI						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 19.545	\$ 19.545,00	
	EH -15	MEZCLADORA DE 1 BULTO	HORA	1	\$ 19.468,80	\$ 19.469,00	
					SUB TOTAL	\$ 39.014,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 10	CEMENTO 50 KG	BTO	5,2	\$ 24.000,00	\$ 124.800,00	
	M - 11	ARENA	M3	0,52	\$ 69.130,67	\$ 35.947,95	
	M - 12	TRITURADO	M3	0,94	\$ 79.229,00	\$ 74.475,26	
	M - 07	AGUA	LT	170	\$ 30,00	\$ 5.100,00	
					SUB TOTAL	\$ 240.323,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
	TP - 01	TRANSPORTE CEMENTO	0,26	TON - KM	0,00	\$ -	\$ -
	TP - 02	TRANSPORTE TRITURADO	0,94	M3 - KM	0,00	\$ -	\$ -
	TP - 03	TRANSPORTE ARENA	0,52	M3 -KM	0,00	\$ -	\$ -
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	7	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 80.117	3,50	\$ 160.237,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 123.257	3,50	\$ 35.216,00
						SUB TOTAL	\$ 195.453,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 474.790

Tabla 67. Análisis de Precios Unitario del Concreto de 3000 psi. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	SUB . ANALISIS					UNIDAD:	M3
ACTIVIDAD	CONCRETO DE 3000 PSI						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 19.545	\$ 19.545,00	
	EH -15	MEZCLADORA DE 1 BULTO	HORA	1	\$ 19.468,80	\$ 19.469,00	
					SUB TOTAL	\$ 39.014,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 10	CEMENTO 50 KG	BTO	7	\$ 24.000,00	\$ 168.000,00	
	M - 11	ARENA	M3	0,56	\$ 69.130,67	\$ 38.713,17	
	M - 12	TRITURADO	M3	0,84	\$ 79.229,00	\$ 66.552,36	
	M - 07	AGUA	LT	180	\$ 30,00	\$ 5.400,00	
					SUB TOTAL	\$ 278.666,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
	TP - 01	TRANSPORTE CEMENTO	0,35	TON - KM	0,00	\$ -	\$ -
	TP - 02	TRANSPORTE TRITURADO	0,84	M3 - KM	0,00	\$ -	\$ -
	TP - 03	TRANSPORTE ARENA	0,56	M3 -KM	0,00	\$ -	\$ -
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	7	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 80.117	3,50	\$ 160.237,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 123.257	3,50	\$ 35.216,00
						SUB TOTAL	\$ 195.453,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 513.133

Tabla 68. Análisis de Precios Unitario del Concreto de 3500 psi. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	SUB . ANALISIS					UNIDAD:	M3
ACTIVIDAD	CONCRETO DE 3500 PSI						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 19.545	\$ 19.545,00	
	EH -15	MEZCLADORA DE 1 BULTO	HORA	1	\$ 19.468,80	\$ 19.469,00	
					SUB TOTAL	\$ 39.014,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 10	CEMENTO 50 KG	BTO	7,6	\$ 24.000,00	\$ 182.400,00	
	M - 11	ARENA	M3	0,6	\$ 69.130,67	\$ 41.478,40	
	M - 12	TRITURADO	M3	0,76	\$ 79.229,00	\$ 60.214,04	
	M - 07	AGUA	LT	250	\$ 30,00	\$ 7.500,00	
					SUB TOTAL	\$ 291.592,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
	TP - 01	TRANSPORTE CEMENTO	0,38	TON - KM	0,00	\$ -	\$ -
	TP - 02	TRANSPORTE TRITURADO	0,76	M3 - KM	0,00	\$ -	\$ -
	TP - 03	TRANSPORTE ARENA	0,6	M3 -KM	0,00	\$ -	\$ -
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	7	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 80.117	3,50	\$ 160.237,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 123.257	3,50	\$ 35.216,00
						SUB TOTAL	\$ 195.453,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO		\$ 526.059

Tabla 69. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Localización y Replanteo.
Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>1.1</u>					UNIDAD:	M2
ACTIVIDAD	LOCALIZACION Y REPLANTEO						
DESCRIPCIÓN	Se utilizará personal experto con equipo de precisión. Se hará con la frecuencia que lo indique la interventoría. Incluye demarcación con pintura, línea de trazado, corte de piso, libretas y planos.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 196	\$ 196,00	
	EH -17	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	DIA	120	\$ 97.344	\$ 811,00	
					SUB TOTAL	\$ 1.007,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
					SUB TOTAL	\$ 0,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 01	1	CADENERO	DIA	\$ 35.000	\$ 58.800	90,00	\$ 653,00
MO - 02	1	TOPOGRAFO	DIA	\$ 70.000	\$ 117.600	90,00	\$ 1.307,00
						SUB TOTAL	\$ 1.960,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 2.967

Tabla 70. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Desmonte y Descapote. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>1.2</u>					UNIDAD:	M2
ACTIVIDAD	DESMONTE Y DESCAPOTE						
DESCRIPCIÓN	Incluye cargue, transporte y botada de escombros material vegetal en botaderos oficiales o donde indique la interventoría. Su medida será en sitio.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 606	\$ 606,00	
					SUB TOTAL	\$ 606,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
					SUB TOTAL	\$ 0,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
	TP - 08	RETIRO A BOTADERO AUTORIZADO		M3 - KM	5	\$ 1.000,00	\$ 0,00
					SUB TOTAL	\$ 0,00	
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	1	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	12,00	\$ 6.063,00
						SUB TOTAL	\$ 6.063,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO		\$ 6.669

Tabla 71. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Conformación de Calzada.
Elaboración Propia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>1.3</u>				UNIDAD:	M2	
ACTIVIDAD	CONFORMACIÓN DE CALZADA						
DESCRIPCIÓN	Escarificación, conformación, renivelación y compactación del afirmado existente; así como la conformación o reconstrucción de cunetas.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 121	\$ 121,00	
	EH -12	CARROTANQUE DE AGUA 1000 LTS	HORA	120	\$ 59.488,00	\$ 496,00	
	EH -11	VIBRO COMPACTADOR TIPO DINAPAC 10 TON O EQV (INC OPERADOR)	HORA	120	\$ 118.976,00	\$ 991,00	
	EH -10	MOTONIVELADORA (INC OPERADOR)	HORA	150	\$ 162.240,00	\$ 1.082,00	
					SUB TOTAL	\$ 2.690,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
					SUB TOTAL	\$ 0,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	2	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	120,00	\$ 1.212,00
						SUB TOTAL	\$ 1.212,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO		\$ 3.902

Tabla 72. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Demolición de andenes. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>1,4</u>					UNIDAD:	M2
ACTIVIDAD	DEMOLICION DE ANDENES INCLUYE RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE ACARREO LIBRE						
DESCRIPCIÓN	Demolición andenes, cargue, transporte y botada de. incluye retiro de cordones, retiro de placa de concreto, entresuelo de recebo. incluye compresor neumático con martillo, además su transporte hasta el sitio que lo indique la interventoría.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 396	\$ 396,00	
	EH -03	COMPRESOR CON MARTILLO	HORA	21	\$ 81.120,00	\$ 3.863,00	
					SUB TOTAL	\$ 4.259,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
					SUB TOTAL	\$ 0,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
	TP - 08	RETIRO A BOTADERO AUTORIZADO	1,3	M3 - KM	5	\$ 1.000,00	\$ 6.500,00
					SUB TOTAL	\$ 6.500,00	
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	2	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	65,00	\$ 2.238,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	65,00	\$ 1.722,00
						SUB TOTAL	\$ 3.960,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO		\$ 14.719

Tabla 73. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Excavación en material común a máquina. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>1,5</u>					UNIDAD:	M3
ACTIVIDAD	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN A MAQUINA, INCLUYE RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE ACARREO LIBRE						
DESCRIPCIÓN	Excavación mecánica de material heterogéneo de 0-2 m, bajo cualquier grado de humedad. incluye: cargue, transporte interno y externo y botada de material proveniente de las excavaciones en los sitios donde lo indique la interventoría.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 291	\$ 291,00	
	EH -07	RETROEXCAVADORA	HORA	25	\$ 129.792,00	\$ 5.192,00	
					SUB TOTAL	\$ 5.483,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
					SUB TOTAL	\$ 0,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
	TP - 08	RETIRO A BOTADERO AUTORIZADO	1,3	M3 - KM	5	\$ 1.000,00	\$ 6.500,00
						SUB TOTAL	\$ 6.500,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	1	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	25,00	\$ 2.910,00
						SUB TOTAL	\$ 2.910,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 14.893

Tabla 74. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Excavación a mano en material común. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
ITEM:	<u>1,6</u>					UNIDAD:	M3	
ACTIVIDAD	EXCAVACION A MANO EN MATERIAL COMUN PARA CONFORMACION SUBRASANTE, INCLUYE RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE ACARREO LIBRE							
DESCRIPCIÓN	Excavación manual de material heterogéneo de 0-2 m., bajo cualquier grado de humedad. incluye: cargue, transporte interno y externo, botada de material proveniente de las excavaciones en los sitios donde lo indique la interventoría.							
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS								
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL		
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 3.961	\$ 3.961,00		
					SUB TOTAL	\$ 3.961,00		
MATERIALES								
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL		
					SUB TOTAL	\$ 0,00		
TRANSPORTE								
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	TP - 08	RETIRO A BOTADERO AUTORIZADO	1,3	M3 - KM	5	\$ 1.000,00	\$ 6.500,00	
						SUB TOTAL	\$ 6.500,00	
MANO DE OBRA								
	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
	MO - 03	2	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	6,50	\$ 22.386,00
	MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	6,50	\$ 17.220,00
							SUB TOTAL	\$ 39.606,00
Nota: El Costo Directo está redondeando al peso.						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 50.067	

Tabla 75. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Relleno en material común.
Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>1,7</u>					UNIDAD:	M3
ACTIVIDAD	RELLENO EN MATERIAL COMUN						
DESCRIPCIÓN	Llenos en material provenientes de la excavación, compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 95% de la máxima obtenida en el ensayo del próctor modificado. incluye transporte interno.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 1.679	\$ 1.679,00	
	EH -02	VIBRO COMPACTADOR MANUAL	HORA	2,55	\$ 21.199,36	\$ 8.313,00	
					SUB TOTAL	\$ 9.992,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
					SUB TOTAL	\$ 0,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	1	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	11,00	\$ 6.614,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	11,00	\$ 10.175,00
						SUB TOTAL	\$ 16.789,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO		\$ 26.781

Tabla 76. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Suministro extendido y compactación de material seleccionado para reemplazo de subrasante. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>2.1</u>					UNIDAD:	M3
ACTIVIDAD	SUMINISTRO EXTENDIDO Y COMPACTACION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA REEMPLAZO DE SUBRASANTE						
DESCRIPCIÓN	Suministro, transporte y colocación de material seleccionado para reemplazo de subrasante. Incluye transporte interno y todo lo necesario para su correcta instalación.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 143	\$ 143,00	
	EH -11	VIBRO COMPACTADOR TIPO DINAPAC 10 TON O EQV (INC OPERADOR)	HORA	25	\$ 118.976,00	\$ 4.759,00	
	EH -10	MOTONIVELADORA (INC OPERADOR)	HORA	25	\$ 162.240,00	\$ 6.490,00	
	EH -12	CARROTANQUE DE AGUA 1000 LTS	HORA	25	\$ 59.488,00	\$ 2.380,00	
					SUB TOTAL	\$ 13.772,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 05	MATERIAL SELECCIONADO	M3	1,3	\$ 30.000,00	\$ 39.000,00	
	M - 07	AGUA	LT	24	\$ 30,00	\$ 720,00	
					SUB TOTAL	\$ 39.720,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
	TP - 05	TRANSPORTE MATERIAL SELECCIONADO	1,3	M3- KM	0	\$ -	\$ 0,00
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	2	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	180,00	\$ 808,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	180,00	\$ 622,00
						SUB TOTAL	\$ 1.430,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO		\$ 54.922

Tabla 77. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Suministro extendido y compactación de material seleccionado para base granular. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>2.2</u>				UNIDAD:	M3	
ACTIVIDAD	SUMINISTRO EXTENDIDO Y COMPACTACION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA BASE GRANULAR						
DESCRIPCIÓN	Suministro, transporte y colocación de material seleccionado para base granular. Incluye transporte interno y todo lo necesario para su correcta instalación.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 143	\$ 143,00	
	EH -11	VIBRO COMPACTADOR TIPO DINAPAC 10 TON O EQV (INC OPERADOR)	HORA	25	\$ 118.976,00	\$ 4.759,00	
	EH -10	MOTONIVELADORA (INC OPERADOR)	HORA	25	\$ 162.240,00	\$ 6.490,00	
	EH -12	CARROTANQUE DE AGUA 1000 LTS	HORA	25	\$ 59.488,00	\$ 2.380,00	
					SUB TOTAL	\$ 13.772,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 06	MATERIAL BASE GRANULAR	M3	1,3	\$ 62.497,51	\$ 81.246,77	
	M - 07	AGUA	LT	24	\$ 30,00	\$ 720,00	
					SUB TOTAL	\$ 81.967,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
	TP - 07	TRANSPORTE BASE GRANULAR	1,3	M3 - KM	0	\$ -	\$ 0,00
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	2	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	180,00	\$ 808,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	180,00	\$ 622,00
						SUB TOTAL	\$ 1.430,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO		\$ 97.169

Tabla 78. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Construcción de pavimento rígido MR40. Elaboración Propia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	2.3					UNIDAD:	ML
ACTIVIDAD	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO MR 40						
DESCRIPCIÓN	Construcción de losa en concreto MR 40, con un ESPESOR DE 20 cm. Incluye suministro, transporte y la colocación del concreto, suministro, armado y desarmado de toda la obra falsa o formaleta necesaria para el correcto. El acero de refuerzo se pagará en su respectivo item según diseño.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 10.319	\$ 10.319,00	
	EH -13	VIBRADOR DE CONCRETO	HORA	35	\$ 14.060,80	\$ 402,00	
	EH -14	FORMALETA METALICA	M2	1	\$ 7.571,20	\$ 7.571,00	
	EH -16	CORTADORA DE CONCRETO	DIA	40	\$ 86.528,00	\$ 2.163,00	
					SUB TOTAL	\$ 20.455,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 17	CONCRETO DE 3500 PSI	M3	1,617	\$ 526.059,00	\$ 850.637,40	
	M - 30	ANTISOL	KG	1,9404	\$ 18.000,00	\$ 34.927,20	
	M - 31	ALAMBRE CAL 18	KG	0,3234	\$ 3.500,00	\$ 1.131,90	
	M - 24	SIKAROD DE 1/4" O SIMILAR	ML	1,617	\$ 800,00	\$ 1.293,60	
	M - 25	SIKAFLEX 2CSL	GALON	0,04851	\$ 170.000,00	\$ 8.246,70	
		DESPERDICIO 5%			5%	\$ 44.811,84	
					SUB TOTAL	\$ 941.049,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	3	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	3,20	\$ 68.208,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	3,20	\$ 34.978,00
						SUB TOTAL	\$ 103.186,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 1.064.690

Tabla 79. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Suministro e Instalación de Bordillo prefabricado A10. Elaboración Propia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
ITEM:	<u>2.4</u>					UNIDAD:	ML	
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BORDILLO PREFABRICADO A10							
DESCRIPCIÓN	Suministro y colocación de bordillo prefabricado de 0.20 x 0.50 x 0.80 m. de concreto de 21 Mpa, tres caras, juntas ranuradas. Incluye excavación, conformación del terreno, ajustes de concreto o pavimento donde sea necesario, mortero 1:4 de asiento y pega en las longitudes más adecuadas para el desarrollo de la obra, y todo lo necesario para su correcta construcción y funcionamiento. Según diseño.							
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS								
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL		
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 1.170	\$ 1.170,00		
					SUB TOTAL	\$ 1.170,00		
MATERIALES								
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL		
	M - 33	BORDILLO PREFABRICADO TIPO A -10 puesto en obra	UND	1	\$ 50.400,00	\$ 50.400,00		
	M - 11	ARENA	M3	0,06	\$ 69.130,67	\$ 4.147,84		
	M - 10	CEMENTO 50 KG	BTO	0,13	\$ 24.000,00	\$ 3.120,00		
	M - 07	AGUA	LT	2	\$ 30,00	\$ 60,00		
					SUB TOTAL	\$ 57.728,00		
TRANSPORTE								
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL	
						SUB TOTAL	\$ 0,00	
MANO DE OBRA								
	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
	MO - 03	2	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	22,00	\$ 6.614,00
	MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	22,00	\$ 5.088,00
							SUB TOTAL	\$ 11.702,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO		\$ 70.600

Tabla 80. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Suministro e Instalación de Bordillo prefabricado A81. Elaboración Propia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>2.5</u>					UNIDAD:	ML
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BORDILLO PREFABRICADO A81						
DESCRIPCIÓN	Suministro y colocación de bordillo prefabricado de 0.15 x 0.35 x 0.80 m. de concreto de 21 Mpa, tres caras, juntas ranuradas. Incluye excavación, conformación del terreno, ajustes de concreto o pavimento donde sea necesario, mortero 1:4 de asiento y pega en las longitudes más adecuadas para el desarrollo de la obra, y todo lo necesario para su correcta construcción y funcionamiento. Según diseño.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 139	\$ 139,00	
					SUB TOTAL	\$ 139,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 52	BORDILLO PREFABRICADO TIPO A -81 puesto en obra	UND	1	\$ 19.500,00	\$ 19.500,00	
	M - 11	ARENA	M3	0,06	\$ 69.130,67	\$ 4.147,84	
	M - 10	CEMENTO 50 KG	BTO	0,13	\$ 24.000,00	\$ 3.120,00	
	M - 07	AGUA	LT	2	\$ 30,00	\$ 60,00	
					SUB TOTAL	\$ 26.828,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	2	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	185,00	\$ 786,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	185,00	\$ 605,00
						SUB TOTAL	\$ 1.391,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 28.358

Tabla 81. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Suministro e Instalación de Acero de Refuerzo PDR 60. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>2.6</u>			UNIDAD:	KG		
ACTIVIDAD	ACERO DE REFUERZO PDR 60						
DESCRIPCIÓN	Suministro, transporte e instalación de ACERO DE REFUERZO FIGURADO FY= 420 Mpa-60000 PSI, corrugado. Incluye transporte con descarga, transporte interno, alambre de amarre, certificados y todos los elementos necesarios para su correcta instalación, según diseño y recomendaciones estructurales.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 139	\$ 139,00	
					SUB TOTAL	\$ 139,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 28	ACERO DE REFUERZO	KG	1	\$ 2.950,00	\$ 2.950,00	
	M - 29	ALAMBRE NEGRO	KG	0,06	\$ 4.500,00	\$ 270,00	
					SUB TOTAL	\$ 3.220,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
	TP - 04	TRANSPORTE ACERO DE REFUERZO	1,000	KG - KM	0	\$ -	\$ 0,00
					SUB TOTAL	\$ 0,00	
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	2	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	185,00	\$ 786,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	185,00	\$ 605,00
						SUB TOTAL	\$ 1.391,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 4.750	

Tabla 82. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Construcción de Andén. Elaboración Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>2.7</u>	UNIDAD:	ML				
ACTIVIDAD	CONSTRUCCIÓN DE ANDÉN						
DESCRIPCIÓN	Construcción de ANDÉN en concreto de 3000 Psi. espesor de 0.10m., con vaciado alternado cada metro. Incluye suministro y transporte de los materiales, nivelación del terreno y adecuación de la superficie, acabado escobillado y llaneado 0.10m en los bordes, entresuelo en piedra (e=0,15 m.), arenilla compactada (e=0,05 m.), formaleta en supert para acabado a la vista, curado y todo lo necesario para su correcta construcción y funcionamiento.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 10.319	\$ 10.319,00	
	EH -13	VIBRADOR DE CONCRETO	HORA	4	\$ 14.061	\$ 3.515,00	
	EH -14	FORMALETA METALICA	M2	1	\$ 7.571	\$ 7.571,00	
	EH -02	VIBRO COMPACTADOR MANUAL	HORA	1	\$ 21.199	\$ 21.199,00	
					SUB TOTAL	\$ 42.604,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 19	CONCRETO DE 3000 PSI	M3	0,126	\$ 513.133,00	\$ 64.654,76	
	M - 06	MATERIAL BASE GRANULAR	M3	0,189	\$ 62.497,51	\$ 11.812,03	
	M - 11	ARENA	M3	0,063	\$ 69.130,67	\$ 4.355,23	
						\$ 0,00	
						\$ 0,00	
		DESPERDICIO 5%			5%	\$ 4.041,10	
					SUB TOTAL	\$ 84.863,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	3	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	3,20	\$ 68.208,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	3,20	\$ 34.978,00
						SUB TOTAL	\$ 103.186,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO		\$ 230.653

Tabla 83. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Conformación y Sellado de Juntas.
Elaboración Propia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>3.1</u>			UNIDAD:	ML		
ACTIVIDAD	CONFORMACIÓN Y SELLADO DE JUNTAS						
DESCRIPCIÓN	Conformación y sellado de juntas. El corte inicial a una profundidad de 1/3 del espesor de la losa (7cm) , con un ancho de 3 mm, espaciadas cada 3,5 m. Un segundo corte sobre de 6 mm de ancho y con una profundidad de 30 mm de profundidad, y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción según diseño y medidas establecidas en planos.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 73	\$ 73,00	
	EH -16	CORTADORA DE CONCRETO	DIA	100	\$ 86.528	\$ 865,00	
					SUB TOTAL	\$ 938,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 54	Sellante Autonivelante Sikaflex -401 Pavemente SI 300 MI	UND	0,6	\$ 41.200	\$ 24.720,00	
					SUB TOTAL	\$ 24.720,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	1	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	100,00	\$ 728,00
						SUB TOTAL	\$ 728,00
					COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 26.386	

Tabla 84. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Suministro e instalación de Señal Vertical. Elaboración Propia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>3.2</u>					UNIDAD:	UND
ACTIVIDAD	SEÑAL VERTICAL						
DESCRIPCIÓN	Suministro y colocación de señalización tipo SR-01 Pare o SR-02 Ceda el paso o SR-11 Doble vía o SR-30 Velocidad máxima cumpliendo con toda la reglamentación del artículo 700.1 de INVIAS. Incluye parales, aviso y anclajes, previa aprobación por parte de la Interventoría.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 1.455	\$ 1.455,00	
					SUB TOTAL	\$ 1.455,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 47	SEÑAL VERTICAL	UND	1	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	
					SUB TOTAL	\$ 250.000,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	1	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	5,00	\$ 14.551,00
						SUB TOTAL	\$ 14.551,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 266.006

Tabla 85. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Limpieza General. Elaboración Propia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>3.3</u>					UNIDAD:	ML
ACTIVIDAD	LIMPIEZA GENERAL						
DESCRIPCIÓN	Se refiere esta especificación al aseo y limpieza final de la obra.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 215	\$ 215,00	
					SUB TOTAL	\$ 215,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
					SUB TOTAL	\$ 0,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	2	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	120,00	\$ 1.212,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	120,00	\$ 933,00
						SUB TOTAL	\$ 2.145,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 2.360

Tabla 86. Análisis de Precios Unitario de la actividad de Demarcación Longitudinal.
Elaboración Propia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITEM:	<u>3.4</u>			UNIDAD:	ML		
ACTIVIDAD	DEMARCACIÓN LONGOTUDINAL						
DESCRIPCIÓN	Aplicación de pintura de ALTA VISIBILIDAD, DE GRAN ADHERENCIA Y RESISTENCIA tipo tráfico para línea longitudinal con ancho igual a 0.15 m, color amarillo o blanco, aplicado según normas y especificaciones de la Secretaría de Transportes y Tránsito. Incluye el suministro y el transporte del material y todo lo necesario para su correcta aplicación y funcionamiento.						
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	TARIFA	COSTO PARCIAL	
		HERRAMIENTA MENOR 10% MO		1,00	\$ 270	\$ 270,00	
					SUB TOTAL	\$ 270,00	
MATERIALES							
	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO PARCIAL	
	M - 53	URA PINTUTRÁFICO MULTIPROPÓSITO ACRÍLICO BASE SOLVE	GALON	0,15	\$ 102.300,00	\$ 15.345,00	
					SUB TOTAL	\$ 15.345,00	
TRANSPORTE							
	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	KM	TARIFA	COSTO PARCIAL
						SUB TOTAL	\$ 0,00
MANO DE OBRA							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	JORNAL	JORNAL+P.S.	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
MO - 03	1	AYUDANTE	DIA	\$ 43.306	\$ 72.755	68,3995	\$ 1.064,00
MO - 04	1	OFICIAL	DIA	\$ 66.625	\$ 111.930	68,3995	\$ 1.636,00
						SUB TOTAL	\$ 2.700,00
						COSTO DIRECTO REDONDEADO	\$ 18.315