INFORME DE DISEÑO GEOMÉTRICO

DISEÑO GEOMETRICO DEL MEJORAMIENTO DE LA VÍA SECUNDARIA CRUCE RUTA 45 TRONCAL CENTRAL QUE COMUNICA AL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES – SANTANDER PARA UNA LONGITUD DE 5 KM

INFORME

MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES (SANTANDER)

DICIEMBRE DE 2020

ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES SANTANDER

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Título Documento			**INFORME DE DISEÑO GEOMETRICO – MEJORAMIENTO DE LA VÍA SECUNDARIA CRUCE RUTA 45 TRONCAL CENTRAL QUE COMUNICA AL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES - SANTANDER**	
Documento no.			**1**	
APROBACIÓN	**Número de Revisión**		**1**	
	Responsables por Elaboración	NOMBRE	JHONATAN ALEXANDER LEGUIZAMO E	
		FIRMA		
		MAT:	01112-10628	
		FECHA	22/12/2020	
	Responsable por Revisión	NOMBRE		
		FIRMA		
		MAT:		
		FECHA		

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN 7

1. OBJETIVOS Y ALCANCES 8
   1.1. OBJETIVOs 8
   1.2. ALCANCES 9

2. LOCALIZACION DEL PROYECTO 10

3. CRITERIOS DE DISEÑO 12
   3.1. NORMATIVIDAD APLICABLE. 12
   3.2. Clasificación según el tipo de terreno 12
   3.3. Velocidad de diseño 12
      3.3.1. VEHÍCULO DE DISEÑO 13
      3.3.2. DISTANCIAS DE VISIBILIDAD 15
   3.3.2.1. Distancia de visibilidad de parada (Dp) 15
   3.3.2.2. Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da) 16
   3.4. PARAMETROS DE DISEÑO DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL . 17
      3.4.1. Radio de Curvatura 17
      3.4.2. Peralte máximo y transición del peralte 18
      3.4.3. Entretangencia Horizontal 20
      3.4.4. Longitud mínima de curva circular 20
   3.5. PARAMETROS DE DISEÑO DE ALINEAMIENTO vertical 21
      3.5.1. Pendiente Longitudinal 21
      3.5.2. Longitud mínima de la tangente vertical 22
      3.5.3. Longitud de curvas verticales 22
   3.6. PARAMETROS DE DISEÑO DE ALINEAMIENTO TRANSVERSAL 24
      3.6.1. Ancho de calzada 24
      3.6.2. Anchos de berma 25
      3.6.3. Taludes de diseño 25
      3.6.4. Estructura de pavimento 26
      3.6.5. Cuadro Resumen de Parámetros de Diseño Geométrico. 26

4. TRAZADO VÍA SECUNDARIA PUERTO WILCHES 28
   4.1. condiciones de diseño geometrico 28

4.1.1. Diseño Geométrico Horizontal 28
4.1.1.1. Tipo de vía 28
4.1.1.2. Tipo de terreno 28
4.1.1.3. Velocidad de diseño 29
4.1.1.4. Análisis trazado vía secundaria. 29
4.1.2. Diseño geométrico vertical 30
4.1.2.1. Pendiente longitudinal mínima 30
4.1.2.2. Pendiente longitudinal máxima 31
4.1.2.3. Longitud mínima tangente vertical 31
4.1.3. Diseño geométrico transversal 33
4.1.3.1. Sección transversal de diseño 33

5. CALCULOS 35
5.1. NIVELACIÓN DE LA RASANTE 35
5.2. MATERIALES DE EXCAVACIÓN 35
5.3. MATERIALES DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO 35

6. CONCLUSIONES 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización Tramo vía secundaria Puerto Wilches 10
Figura 2 Situación actual vía secundaria Puerto Wilches 11
Figura 3.Vehículo de Diseño 14
Figura 4. Planta vía secundaria Puerto Wilches 28
Figura 5. Sección Típica K0+000 – K0+090 vía secundaria Puerto Wilches 33
Figura 6. Sección típica K0+090 al K5+010, vía secundaria Puerto Wilches 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Velocidad de Diseño del Tramo 13
Tabla 2. Dimensiones principales de los vehículos de diseño. 14
Tabla 3. Distancia de visibilidad de Parada en tramos a nivel. 15
Tabla 4. Distancia de visibilidad de Parada en tramos con Pendiente. 16
Tabla 5. Distancia de visibilidad de Adelantamiento. 17
Tabla 6. Radios mínimos para peralte máximo del 6% y fricción máxima 18
Tabla 7. Radios mínimos por velocidad específica 18
Tabla 8. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes 19
Tabla 9. Pendiente Relativa rampa de Peraltes 20
Tabla 10. Entretangencias horizontales 20
Tabla 11. Longitud Mínima de curva circular 21
Tabla 12. Relación entre la pendiente máxima (%) y la velocidad específica de la tangente 21
Tabla 13. Pendiente Longitudinal Máxima 21
Tabla 14. Longitud mínima de la tangente vertical 22
Tabla 15. Visibilidad de parada, valores de Kmín y longitudes mínimas de curvas verticales 23
Tabla 16. Kmín para curvas verticales 23
Tabla 17. Ancho de Calzada 24
Tabla 18. Ancho de bermas adoptados por velocidad del tramo homogéneo 25
Tabla 19. Ancho de bermas por velocidad del tramo homogéneo 25
Tabla 20 Taludes de Diseño vía secundaria Puerto Wilches 25
Tabla 21. Estructuras de Pavimento utilizadas en el Proyecto 26
Tabla 22 Cuadro resumen de parámetros de diseño 26
Tabla 23 Cuadro resumen Mejoramiento de vía Puerto Wilches - Santander 29
Tabla 24. Cuadro resumen geometría vertical vía secundaria Puerto Wilches. 31
Tabla 25. Cantidades de movimientos de tierras 35
Tabla 26. Materiales de estructura de pavimento 36

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se llevará a cabo la descripción de todos los parámetros y consideraciones utilizadas para llevar a cabo el diseño geométrico del mejoramiento de la vía secundaria, Cruce Ruta 45, Troncal Central, que comunica al municipio de puerto Wilches en el departamento de Santander.

Sobre la vía mencionadas se propone una ampliación y mejoramiento de la vía, la cual enmarca a su vez una intervención en el diseño geométrico de la vía considerando las diferentes limitaciones propias del entorno en el cual se emplaza dicho corredor, como lo son la velocidad de operación a desarrollar en una zona rural buscando generar la menor afectación predial posible, aprovechando al máximo el trazado existente optimizando recursos. sobre dicho tramo también se llevará a cabo el diseño de una nueva estructura de pavimento flexible cuyas dimensiones y generalidades se mencionarán más adelante junto con las implicaciones que tendrá esto en las cantidades del proyecto al cual se hace mención.

1. OBJETIVOS Y ALCANCES

1.1. OBJETIVOS

- Exponer las diferentes consideraciones y criterios básicos de diseño de acuerdo a la normativa vigente utilizados para llevar a cabo la formulación del replanteo en la geometría del corredor objeto de mejoramiento.
- Realizar el diseño Geométrico del mejoramiento de la vía secundaria cruce ruta 45 Troncal central que comunica al municipio de Puerto Wilches.
- Obtener cantidades de movimientos de tierra y estructura de pavimentos que permitan elaborar el presupuesto para la propuesta de este corredor.
- Generar las carteras de diseño geométrico para la vía secundaria, con el fin de realizar la materialización y validación del ajuste al diseño geométrico proyectado.

1.2. ALCANCES

A continuación, se presentan los alcances del presente documento:

- Elaborar el trazado geométrico para la vía secundaria cruce ruta 45, troncal central que comunica al municipio de puerto Wilches – Santander, utilizando la información primaria y secundaria obtenida para el presente proyecto, cumpliendo las especificaciones descritas en el Anexo 5, Alcance del proyecto considerando las recomendaciones de las demás especialidades con influencia en el presente diseño.
- Generar informe y productos de diseño geométrico que permitan la materialización y localización en campo para el trazado del acceso junto con cantidades de obra.

2. LOCALIZACION DEL PROYECTO

Este corredor se ubica en el municipio de Puerto Wilches, el cual se encuentra en la margen derecha del rio Magdalena en el departamento de Santander.



Figura 1. Localización Tramo vía secundaria Puerto Wilches
Fuente: Google earth.

El corredor vial al cual se hace, referencia en el presente documento, es la vía secundaria cruce ruta 45, Troncal central, que comunica al municipio de puerto Wilches – Santander. A continuación, se puede observar el tramo en donde se encuentra la vía.



Figura 2 Situación actual vía secundaria Puerto Wilches
Fuente: Google earth.

3. CRITERIOS DE DISEÑO

3.1. NORMATIVIDAD APLICABLE.

El diseño geométrico actual se basó en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – 2008 del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS).

A continuación, se describen los principales parámetros horizontales, verticales y transversales a tener en consideración en el diseño geométrico del mejoramiento de la vía secundaria cruce ruta 45, troncal central, que comunica al municipio de puerto Wilches – Santander.

3.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE TERRENO

Según el numeral 1.2.2.1. De las especificaciones de diseño geométrico del INVIAS por el tipo de terreno y la longitud del trazado la vía discurre por un terreno Plano.

3.3. VELOCIDAD DE DISEÑO

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

La selección de la velocidad de diseño depende de los radios de giro y del peralte disponible, factores que han sido ampliamente estudiados por organismos internacionales; Para el presente estudio se acogen las recomendaciones del manual de diseño geométrico. Teniendo en cuenta que es una vía secundaria se establece una velocidad de 40Km/h, valor mínimo establecido en el MDGC.

Tabla 1.Velocidad de Diseño del Tramo

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

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – INVIAS, 2008.

De acuerdo con lo anterior, y definiendo la categoría de la carretera como “secundaria” y tipo de terreno “Plano-Ondulado”, se estableció una velocidad de diseño 40Km/h. es importante tener en cuenta que este corredor es existente y utilizar una velocidad mayor implicaría rectificaciones de curvas las cuales conllevan afectaciones prediales. También se debe aclarar que dado que es un corredor existente y el objetivo del proyecto es realizar una ampliación de la sección transversal no se realiza la determinación de velocidades especificas ya que esto conllevaría modificaciones y ajustes considerables en las curvas que cambiarían el objetivo del proyecto, debido a que se presentarían cambios representativos en el trazado producto de los ajustes de los radios de curvatura.

3.3.1. VEHÍCULO DE DISEÑO

Los parámetros para el diseño en planta, perfil y sección transversal especificados por el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS han sido definidos de acuerdo con los vehículos livianos y pesados reglamentados por el Ministerio de Transporte en la resolución 4100 del 28 de diciembre de 2004. En este sentido, se aclara que el manual de diseño tiene en cuenta que los vehículos livianos inciden en las velocidades máximas, las distancias de visibilidad de parada y adelantamiento; mientras que los vehículos pesados lo hacen en la pendiente longitudinal, longitudes críticas de rampas, radios mínimos y sobreanchos.

De acuerdo a lo expresado, el manual considera varios vehículos de diseño y a partir de sus dimensiones y comportamiento, define los parámetros recomendados para generar trazados seguros.

La tabla que se presenta a continuación, ha sido extractada del manual de diseño y contiene las dimensiones de estos vehículos por categoría.

Tabla 2. Dimensiones principales de los vehículos de diseño.

CATEGORÍA	LONGITUD TOTAL (m)	ANCHO (m)	LONGITUD TRACTOCAMIÓN (m)	LONGITUD SEMIRREMOLQUE (m)	FIGURA No.
Vehículo liviano	5.00	1.80	-	-	2.2.
Bus mediano	10.91	2.44	-	-	2.3.
Bus grande	13.00	2.60	-	-	2.4.
2	11.00	2.50	-	-	2.5.
3	11.40	2.50	-	-	2.6.
3S2	20.89	2.59	4.57	14.63	2.7.

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – INVIAS, 2008.

Teniendo en cuenta las condiciones de operación a la cual estará sometida la vía, el vehículo de diseño corresponde al camión 3S2, se adopta este vehículo de diseño para el desarrollo del trazado. En la siguiente figura se presentan las dimensiones del vehículo de diseño.

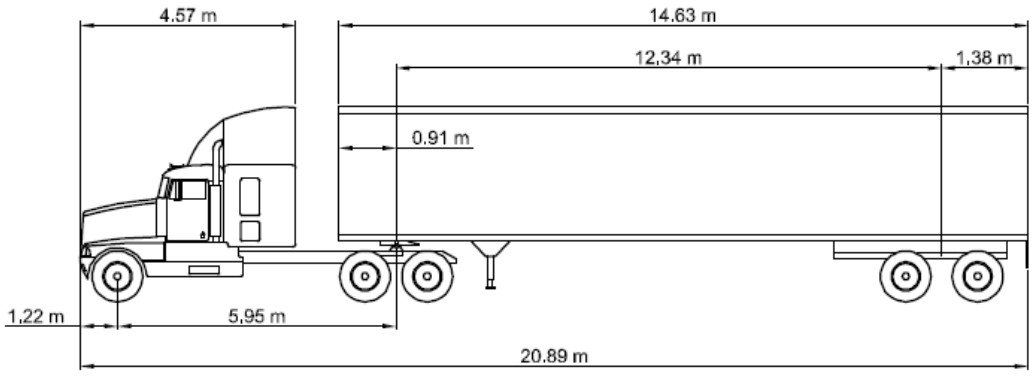


Figura 3.Vehículo de Diseño
FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – INVIAS, 2008.

3.3.2. DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

3.3.2.1. Distancia de visibilidad de parada (Dp)

Distancia necesaria para que el conductor de un vehículo que circula aproximadamente a la velocidad de diseño, pueda detenerlo antes de llegar a un obstáculo que aparezca en su trayectoria La distancia de visibilidad, tanto vertical como horizontal se debe medir a una altura de 1.15 metros por encima de la calzada, a lo largo del eje de la vía, tanto para el carril más cercano como para el más lejano. El manual del INVIAS 2008 en la tabla 2.6 recomienda las distancias de visibilidad de parada para una velocidad de 40 Km/h, en pendientes inferiores al 3% y en la tabla 2.7. Recomienda las distancias de visibilidad de parada para velocidades para 20 Km/h en pendientes superiores al 3%.

VELOCIDAD ESPECÍFICA Ve	DISTANCIA PERCEPCIÓN-REACCIÓN	DISTANCIA DURANTE EL FRENADO A NIVEL	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	
			CALCULADA	REDONDEADA
(km/h)	(m)	(m)	(m)	(m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	83.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

Tabla 3. Distancia de visibilidad de Parada en tramos a nivel.

VELOCIDAD ESPECÍFICA Ve (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m) D_P					
	DESCENSO			ASCENSO		
	- 3%	- 6%	- 9%	+ 3%	+ 6%	+ 9%
20	20	20	20	19	18	18
30	32	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	263	281	304	234	223	214
130	302	323	350	267	254	243

Tabla 4. Distancia de visibilidad de Parada en tramos con Pendiente.

3.3.2.2. Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da)

Distancia suficiente para que, en condiciones de seguridad, el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril a una velocidad menor, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra de adelantamiento.

La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, donde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto.

El manual del INVIAS 2008 en la tabla 2.9 recomienda para velocidades para 30Km/h y 40 Km/h que la distancia de visibilidad de adelantamiento debe estar entre 200 metros y 270 metros.

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA ENTRETANGENCIA HORIZONTAL EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA V_{ETH} (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D_A (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20 [1]	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Tabla 5. Distancia de visibilidad de Adelantamiento.

3.4. PARAMETROS DE DISEÑO DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL

3.4.1. Radio de Curvatura

El radio de curvatura mínimo de los elementos circulares se define con base en la tabla 3.3 “Radios mínimos para peralte máximo y fricción máxima”, del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVÍAS-2008.

Tabla 6. Radios mínimos para peralte máximo del 6% y fricción máxima

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

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – INVIAS, 2008.

A continuación, se indican los radios mínimos para cada una de las velocidades específicas que se pueden llegar a presentar en el proyecto, extraídas de la tabla 3.3 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVÍAS – 2008.

Tabla 7. Radios mínimos por velocidad específica

VELOCIDAD (km/h)	RADIO (m)
40	41

FUENTE: Elaboración Propia

3.4.2. Peralte máximo y transición del peralte

El peralte máximo que se utilizará para el diseño geométrico es del 8% Con este valor se trabaja para la definición de radios mínimos. La transición del peralte será realizada de forma gradual en una parte de la curva circular y en las tangentes, tal como se establece en el apartado 3.2.2 Longitud de transición del Manual de Diseño Geométrico de carreteras INVIAS-2008.

El dimensionamiento de la transición del peralte se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$L = a \times b_w \times \left(\frac{e_f - e_i}{\Delta s}\right)$$

También

$$a = w \times n$$

Donde
- L: Longitud de transición, en metros.
- $e_f - e_i$: Cambio de peralte, en porcentaje (%).
- a: Ancho de la calzada que gira, en metros.
- b_w: Factor de ajuste debido al número de carriles que giran.
- Δs: Inclinación relativa de la rampa de peraltes.
- W: Ancho del carril, en metros.
- n: Número de carriles que giran.

Donde Δs se obtiene a partir de la siguiente tabla:

Tabla 8. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	0.1 x a
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – INVIAS, 2008.

Los valores de pendiente relativa para transición del peralte por velocidad específica, se presentan a continuación:

Tabla 9. Pendiente Relativa rampa de Peraltes

Velocidad (km/h)	Máximo	Mínimo
40	0.96	0,365

FUENTE: Elaboración Propia

3.4.3. Entretangencia Horizontal

La entretangencia horizontal fue calculada de acuerdo con la velocidad específica que puede llegar a tener cada elemento horizontal, según lo consignado en el numeral 3.4 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVÍAS – 2008. A continuación, se realiza una descripción de los distintos casos que se puedan presentar:

- ✓ Curvas circulares del mismo sentido: la entretangencia debe ser igual a la distancia recorrida a la velocidad de diseño en 15 segundos.
- ✓ Curvas espiralizadas del mismo sentido: la entretangencia debe ser igual a la distancia recorrida a la velocidad de diseño en 5 segundos.
- ✓ Curvas circulares de distinto sentido: la entretangencia debe ser igual a la distancia recorrida a la velocidad de diseño en 5 segundos.
- ✓ Curvas espiralizadas de distinto sentido: la entretangencia puede ser cero.
- ✓ En el caso de tener curvas circulares y espiralizadas se tomará el valor como la mitad del tiempo requerido.

A continuación, se presentan los valores de entretangencia mínima y máxima por velocidad específica.

Tabla 10. Entretangencias horizontales

Velocidad (km/h)	Mínima Para 5 segundos	Mínima Para 15 segundos
20	55.55	166.67

FUENTE: Elaboración Propia.

3.4.4. Longitud mínima de curva circular

La longitud mínima de la curva circular, debe ser igual a la distancia recorrida a la velocidad de diseño en 2 segundos. Los valores resultantes son:

Tabla 11. Longitud Mínima de curva circular

Velocidad (km/h)	Longitud Calculada (m)	Longitud Adoptada (m)
20	22.22	23

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5. PARAMETROS DE DISEÑO DE ALINEAMIENTO VERTICAL

3.5.1. Pendiente Longitudinal

El manual de diseño geométrico sugiere el uso de pendientes máximas, en función de la categoría de la vía y la velocidad de diseño empleada. Esta información se encuentra en la tabla 4.2 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVÍAS-2008.

A continuación, se presenta la tabla con las pendientes longitudinales máximas por velocidad de diseño y categoría.

Tabla 12. Relación entre la pendiente máxima (%) y la velocidad específica de la tangente

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

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – INVIAS, 2008.

Los valores registrados en la tabla anterior 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. Además, no existe segmento recto vertical entre tales curvas verticales consecutivas o lo que es lo mismo, el PTV de la curva anterior coincide con el PCV de la siguiente.

Con base en la recomendación de la tabla 4.2 del Manual de Diseño Geométrico del INVÍAS – 2008, se tienen los siguientes valores de pendiente longitudinal máxima por velocidad específica.

Tabla 13. Pendiente Longitudinal Máxima

Velocidad (km/h)	Pendiente (%)
40	10

La pendiente longitudinal mínima adoptada para este corredor es de 0.3%, con el fin de garantizar el escurrimiento del agua a lo largo de la vía y atendiendo las recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVÍAS-2008 para terrenos planos. Cabe aclarar que en los sectores de pasos poblados donde el diseño conserva la geometría existente se pueden presentar pendientes menores al 3%. Esto situación también puede presentarse al mantener la rasante existente en proximidades a los puentes para conservar dicha estructura.

3.5.2. Longitud mínima de la tangente vertical

La longitud mínima de las tangentes verticales con velocidad específica menor o igual a cuarenta kilómetros por hora (VTV ≤ 40 km/h) será equivalente a la distancia recorrida en siete segundos (7 s) a dicha velocidad, medida como proyección horizontal, de PIV a PIV. Las tangentes verticales con velocidad específica mayor a cuarenta kilómetros por hora (VTV > 40 km/h) no podrán tener una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos (10s) a dicha velocidad, longitud que debe ser medida como proyección horizontal entre PIV y PIV.

A continuación, se muestra la tabla con valores de diseño asumidos para el diseño geométrico vertical proyectado:

Tabla 14. Longitud mínima de la tangente vertical

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

3.5.3. Longitud de curvas verticales

En los PIV's que presenten una diferencia algebraica de pendientes longitudinales mayor a 1%, se deben diseñar curvas verticales en función de los siguientes criterios:

- ✓ Criterios de Comodidad: Aplicable a curvas cóncavas. Combina la fuerza centrífuga con el peso del vehículo.
- ✓ Criterio de Operación: Visibilidad completa para evitar la impresión de un cambio súbito de pendiente.
- ✓ Criterio de Drenaje: Advierte sobre la necesidad de modificar las pendientes de los desagües, aplicable a curvas cóncavas y convexas.

- ✓ Criterio de Seguridad: La longitud de la curva debe ser tal que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada.

Para el diseño de las curvas verticales se tiene como parámetro principal el valor "K". Este parámetro permite controlar tanto el criterio de seguridad en curvas verticales, como el criterio de drenaje. El control de este parámetro K y de la longitud mínima según el criterio de operación, garantizan la longitud mínima de la tangente vertical. La determinación de la longitud de las curvas verticales se establecerá de acuerdo con la tabla 4.4 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVÍAS-2008.

Tabla 15. Visibilidad de parada, valores de Kmín y longitudes mínimas de curvas verticales

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

A continuación, se presentan los valores de K mínimo para las curvas verticales en función de la velocidad específica:

Tabla 16. Kmín para curvas verticales

Velocidad (km/h)	K mín, curva convexa	K mín, curva cóncava
40	3.80	8.50

3.6. PARAMETROS DE DISEÑO DE ALINEAMIENTO TRANSVERSAL

3.6.1. Ancho de calzada

De acuerdo con el numeral 5.3.1.1. Ancho de calzada (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVÍAS-2008), la categoría de la carretera, el tipo de terreno y la velocidad de diseño, *el ancho mínimo de carril debe ser de 3.3m, por ende, se adoptará un ancho de carril 3.50m*.

Los anchos de calzada para los corredores principales corresponderán a dos (2) carriles de 3.50 metros cada uno, para un total de 7.00 metros, según la Tabla 5.2 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVÍAS-2008.

En la siguiente tabla se ilustra el ancho de calzada en función de la categoría de la carretera, el tipo de terreno y la velocidad de diseño del tramo homogéneo (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVÍAS-2008).

Tabla 17. Ancho de Calzada

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

3.6.2. Anchos de berma

De acuerdo con el numeral 5.3.2 Ancho de Bermas, y la Tabla 5.4 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de INVÍAS-2008, se adoptará un ancho de bermas en función de la velocidad del tramo homogéneo.

Tabla 18. Ancho de bermas adoptados por velocidad del tramo homogéneo

Velocidad (km/h)	Ancho de Berma (m)
40	0.50

Tabla 19. Ancho de bermas por velocidad del tramo homogéneo

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

De acuerdo al Apéndice Técnico 1 del contrato, se asignó un ancho de berma de 0.50 metros para una velocidad de diseño de 20 Km/h.

3.6.3. Taludes de diseño

En la siguiente tabla se muestran las recomendaciones geotécnicas para el diseño de los taludes para la vía secundaria de Puerto Wilches

Tabla 20 Taludes de Diseño vía secundaria Puerto Wilches

Talud	Geometría
Taludes de Corte	0.50H :1.0V
Taludes de Terraplén	1.5H :1.0V

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4. Estructura de pavimento

Las estructuras de pavimento utilizadas en el mejoramiento de la vía secundaria cruce ruta 45, troncal central que comunica al municipio de puerto Wilches se presentan a continuación:

Tabla 21. Estructuras de Pavimento utilizadas en el Proyecto

Diseño Estructura de Pavimento K0+000 - K0+090	
CAPA	**ESPESOR (cm)**
Mezcla Densa en caliente MDC-19	6.5
Mezcla Densa en caliente MDC-25	7.5
Capa granular CBR > 40 , BASE GRANULAR	20
Capa de Mejoramiento	100
Subrasante	-

Diseño Estructura de Pavimento K0+090 - K5+010	
CAPA	**ESPESOR (cm)**
Mezcla Densa en caliente MDC-19	13
Mezcla Densa en caliente MDC-25	25
Capa granular CBR > 40 , BASE GRANULAR	30
Terraplén	-

Fuente: Elaboración Propia

3.6.5. Cuadro Resumen de Parámetros de Diseño Geométrico.

Tabla 22 Cuadro resumen de parámetros de diseño

PARAMETROS	DISEÑO GEOMETRICO
	VÍA SECUNDARIA PUERTO WILCHES
Número de calzadas mínimo (Un)	1
Número de carriles por calzada mínimo (Un)	2
Sentido de carriles (Uni o bidireccional)	Bidireccional
Ancho de carril mínimo (m)	3
Ancho de calzada mínimo (m)	6

PARAMETROS	DISEÑO GEOMETRICO
	VÍA SECUNDARIA PUERTO WILCHES
Ancho de berma mínimo (m)	0.5
Ancho de corona mínimo (m)	8
Funcionalidad	Vía secundaria
Acabado de la rodadura	Pavimento Flexible
Velocidad de diseño (Km/h)	20
Radio mínimo (m)	41
Pendiente máxima (%)	10
Ancho mínimo del separador central (m)	N/A
Peralte máximo (%)	6%
Fricción transversal máxima	0.23
Pendiente máxima rampa de peraltes (%)	0.96%
Pendiente mínima rampa de peraltes (%)	0.35%
Pendiente longitudinal mínima (%)	0.30%*
K min para curvas verticales cóncavas	8.5
K min para curvas verticales convexas	3.8
Longitud curva circular (m)	23
Entretangencias curvas espirales diferente sentido (m)	0
Entretangencias curvas espirales igual sentido (m)	55.54
Entretangencias curvas circulares diferente sentido (m)	55.54
Entretangencias curvas circulares igual sentido (m)	166.66
K max para curvas verticales cóncavas	50
K max para curvas verticales convexas	50
Longitud mínima tangente vertical (m)	80

Fuente: Elaboración propia

4. TRAZADO VÍA SECUNDARIA PUERTO WILCHES

4.1. CONDICIONES DE DISEÑO GEOMETRICO

A continuación, se presentan los valores obtenidos del Diseño Geométrico del mejoramiento de la vía secundaria cruce ruta 45, troncal central que comunica al municipio de Puerto Wilches Santander.



Figura 4. Planta vía secundaria Puerto Wilches

4.1.1. Diseño Geométrico Horizontal

4.1.1.1. Tipo de vía

El mejoramiento de la vía se lleva a cabo en una vía secundaria.

4.1.1.2. Tipo de terreno

Las pendientes longitudinales de la vía secundaria, varían entre un 0.30% hasta un 2.0%, definiéndolo entre plano y ondulado, siendo principalmente plano debido a las bajas pendientes. Es importante mencionar que con el objeto de aprovechar la rasante existente y evitar corte de la Estructura existente, en varios tramos se mantuvieron las pendientes existentes que en algunos casos son inferiores al 0.3%.

4.1.1.3. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño corresponde a la velocidad guía que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado en condiciones de comodidad y seguridad. Para el Diseño Geométrico del mejoramiento de la vía secundaria cruce ruta 45, troncal central que comunica al municipio de Puerto Wilches, se definió una velocidad de diseño de 40Km/h, parámetro base para la determinación de los otros parámetros de Diseño.

4.1.1.4. Análisis trazado vía secundaria.

A continuación, se presenta cuadro resumen con las principales estadísticas del diseño geométrico horizontal:

Tabla 23 Cuadro resumen Mejoramiento de vía Puerto Wilches - Santander

No	Tipo	Longitud	Radio	Dirección	Abscisas		Delta	Coordenadas PI	
					Inicio	Fin		Este	Norte
1	Tangente	5.236m		N65° 46' 57"W	0+000.00	0+005.24		1,295,516.46	1,056,856.02
2	Curva	23.268m	260.000m		0+005.24	0+028.50	5.1276 (d)	1,295,523.38	1,056,840.63
3	Tangente	81.227m		N60° 39' 17"W	0+028.50	0+109.73		1,295,568.89	1,056,759.68
4	Tangente	194.593m		N60° 18' 25"W	0+109.73	0+304.32		1,295,665.29	1,056,590.64
5	Tangente	549.168m		N60° 26' 24"W	0+304.32	0+853.49		1,295,936.21	1,056,112.95
6	Tangente	785.936m		N60° 41' 20"W	0+853.49	1+639.43		1,296,320.96	1,055,427.63
7	Tangente	163.439m		N60° 12' 36"W	1+639.43	1+802.87		1,296,418.08	1,055,257.98
8	E-E	48.000m			1+802.87	1+850.87	9.2196 (d)	1,296,426.16	1,055,243.88
8	E-E	48.000m			1+850.87	1+898.87	9.2196 (d)	1,296,429.36	1,055,227.95
9	Tangente	123.624m		N78° 38' 56"W	1+898.87	2+022.49		1,296,459.99	1,055,075.33
10	Tangente	169.416m		N78° 35' 40"W	2+022.49	2+191.91		1,296,493.50	1,054,909.26
11	Tangente	68.664m		N79° 21' 37"W	2+191.91	2+260.57		1,296,512.34	1,054,808.97
12	E-E	50.000m			2+260.57	2+310.57	9.3010 (d)	1,296,515.46	1,054,792.33
12	E-E	50.000m			2+310.57	2+360.57	9.3010 (d)	1,296,523.73	1,054,777.55
13	Tangente	79.488m		N60° 45' 30"W	2+360.57	2+440.06		1,296,578.87	1,054,679.07
14	Tangente	98.049m		N61° 55' 58"W	2+440.06	2+538.11		1,296,625.00	1,054,592.55
15	Tangente	181.521m		N62° 00' 24"W	2+538.11	2+719.63		1,296,710.20	1,054,432.27
16	Tangente	147.947m		N61° 38' 23"W	2+719.63	2+867.58		1,296,780.48	1,054,302.08
17	Tangente	95.022m		N61° 46' 36"W	2+867.58	2+962.60		1,296,825.42	1,054,218.35
18	Tangente	92.368m		N60° 23' 10"W	2+962.60	3+054.97		1,296,871.06	1,054,138.05
19	Tangente	168.874m		N60° 45' 44"W	3+054.97	3+223.84		1,296,953.54	1,053,990.69

No	Tipo	Longitud	Radio	Dirección	Abscisas		Delta	Coordenadas PI	
					Inicio	Fin		Este	Norte
20	Tangente	32.090m		N61° 52' 53"W	3+223.84	3+255.93		1,296,981.25	1,053,938.84
21	E-E	40.000m			3+255.93	3+295.93	9.3365 (d)	1,296,987.64	1,053,926.89
21	E-E	40.000m			3+295.93	3+335.93	9.3365 (d)	1,296,997.51	1,053,917.61
22	Tangente	4.141m		N43° 12' 30"W	3+335.93	3+340.07		1,297,038.01	1,053,879.58
23	E-E	37.000m			3+340.07	3+377.07	11.0719 (d)	1,297,047.20	1,053,870.94
23	E-E	37.000m			3+377.07	3+414.07	11.0719 (d)	1,297,058.97	1,053,866.41
24	Tangente	22.936m		N21° 03' 53"W	3+414.07	3+437.01		1,297,126.50	1,053,840.40
25	E-E	37.000m			3+437.01	3+474.01	10.8287 (d)	1,297,138.26	1,053,835.87
25	E-E	37.000m			3+474.01	3+511.01	10.8287 (d)	1,297,147.51	1,053,827.32
26	Tangente	115.940m		N42° 43' 19"W	3+511.01	3+626.95		1,297,275.36	1,053,709.25
27	E-E	50.000m			3+626.95	3+676.95	8.7892 (d)	1,297,287.78	1,053,697.79
27	E-E	50.000m			3+676.95	3+726.95	8.7892 (d)	1,297,296.15	1,053,683.10
28	Tangente	27.755m		N60° 18' 01"W	3+726.95	3+754.70		1,297,326.44	1,053,630.00
29	Tangente	96.554m		N61° 28' 01"W	3+754.70	3+851.26		1,297,372.56	1,053,545.18
30	Tangente	170.838m		N60° 26' 00"W	3+851.26	4+022.09		1,297,456.86	1,053,396.59
31	Tangente	84.609m		N61° 42' 48"W	4+022.09	4+106.70		1,297,496.95	1,053,322.08
32	Tangente	141.704m		N60° 19' 20"W	4+106.70	4+248.41		1,297,567.11	1,053,198.96
33	Tangente	191.625m		N61° 12' 15"W	4+248.41	4+440.03		1,297,659.42	1,053,031.04
34	Tangente	132.517m		N60° 13' 42"W	4+440.03	4+572.55		1,297,725.22	1,052,916.01
35	Tangente	223.631m		N60° 59' 15"W	4+572.55	4+796.18		1,297,840.15	1,052,708.78
36	E-C-E	20.000m			4+796.18	4+816.18	1.3022 (d)	1,297,883.61	1,052,626.04
36	E-C-E	171.386m	440.000m		4+816.18	4+987.57	22.3174 (d)	1,297,885.69	1,052,626.66
36	E-C-E	20.000m			4+987.57	5+007.57	1.3022 (d)	1,297,892.39	1,052,532.99
37	Tangente	1.889m		N85° 54' 34"W	5+007.57	5+009.46		1,297,893.48	1,052,517.81

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Diseño geométrico vertical

4.1.2.1. Pendiente longitudinal mínima

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser de cero punto cinco por ciento (0.5%) como pendiente mínima deseable y cero punto tres por ciento (0.3%) para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la

pendiente mínima deseable. En la selección de uno de los dos valores anteriores se debe tener en cuenta el criterio de frecuencia, intensidad de las lluvias y el espaciamiento de las obras de drenaje tales como alcantarillas y aliviaderos.

En el diseño geométrico vertical del mejoramiento de la vía secundaria, se buscó mantener una pendiente mínima de 0.30%, sin embargo, al ser un corredor existente prima mantener la pendiente longitudinal existente, con el fin de calcar la rasante y aprovechar la estructura de pavimento existente; Debido a lo anterior algunos tramos tienen pendiente inferior al 0.3%, sin embargo, se garantiza el drenaje transversal con un bombeo del 2%. Este corredor se encuentra principalmente en terraplén por lo que no es muy usual la inclusión de obras de drenaje longitudinal tales como cuentas.

4.1.2.2. Pendiente longitudinal máxima

En el caso del diseño geométrico del mejoramiento de la vía secundaria cruce ruta 45, troncal central, que comunica al municipio de Puerto Wilches – Santander, se obtuvo un valor de 10.0% como valor de pendiente longitudinal máxima de acuerdo a la geometría vertical actual de la vía con asignación de velocidad de diseño de 40 Km/h, sin embargo, la pendiente máxima que se utilizó en el corredor fue del 2.%.

4.1.2.3. Longitud mínima tangente vertical

La longitud mínima de las tangentes verticales con velocidad específica menor o igual a cuarenta kilómetros por hora (VTV ≤ 40 km/h) será equivalente a la distancia recorrida en siete segundos (7 s) a dicha velocidad, Medida como proyección horizontal, de PIV a PIV. Las tangentes verticales con velocidad específica mayor a cuarenta kilómetros por hora (VTV > 40 km/h) no podrán tener una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos (10 s) a dicha velocidad, longitud que debe ser medida como proyección horizontal entre PIV y PIV.

A continuación, se muestra tabla resumen de la Geometría vertical de la vía secundaria de Puerto Wilches en el Departamento de Santander.

Tabla 24. Cuadro resumen geometría vertical vía secundaria Puerto Wilches.

No.	PIV		Pendiente		Valor de A	Tipo de Curva	Longitud de Curva	Valor de K
	Abscisa	Elevación	Atrás	adelante				
1	0+000.00m	156.448m		0.30%				
2	0+144.07m	156.887m	0.30%	-0.38%	0.68%			
3	0+391.15m	155.959m	-0.38%	0.68%	1.05%	Cóncava	60.000m	56.911
4	0+523.61m	156.858m	0.68%	0.31%	0.37%			
5	0+708.73m	157.436m	0.31%	-0.69%	1.00%	Convexa	30.000m	29.966

No.	PIV		Pendiente		Valor de A	Tipo de Curva	Longitud de Curva	Valor de K
	Abscisa	Elevación	Atrás	adelante				
6	0+929.64m	155.914m	-0.69%	-0.33%	0.36%			
7	1+099.17m	155.361m	-0.33%	-0.40%	0.07%			
8	1+381.30m	154.243m	-0.40%	-0.20%	0.19%			
9	1+529.27m	153.943m	-0.20%	-0.80%	0.60%			
10	1+817.90m	151.631m	-0.80%	-0.62%	0.18%			
11	2+007.54m	150.450m	-0.62%	-0.38%	0.24%			
12	2+241.96m	149.555m	-0.38%	-1.39%	1.00%	Convexa	30.000m	29.898
13	2+330.42m	148.329m	-1.39%	0.32%	1.70%	Cóncava	30.000m	17.635
14	2+427.65m	148.637m	0.32%	-0.72%	1.03%	Convexa	30.000m	29.034
15	2+514.16m	148.016m	-0.72%	0.31%	1.03%			
16	2+692.39m	148.572m	0.31%	-0.49%	0.80%			
17	2+882.78m	147.647m	-0.49%	0.85%	1.34%	Cóncava	30.000m	22.424
18	2+981.78m	148.491m	0.85%	-0.59%	1.44%	Convexa	30.000m	20.784
19	3+100.80m	147.787m	-0.59%	-1.14%	0.55%			
20	3+200.90m	146.643m	-1.14%	-0.30%	0.85%			
21	3+534.08m	145.653m	-0.30%	0.64%	0.94%			
22	3+690.68m	146.658m	0.64%	-0.30%	0.94%			
23	3+905.22m	146.020m	-0.30%	-0.64%	0.34%			
24	3+987.18m	145.500m	-0.64%	-0.30%	0.34%			
25	4+499.89m	143.986m	-0.30%	-0.33%	0.03%			
26	4+694.59m	143.350m	-0.33%	-0.31%	0.02%			
27	4+796.64m	143.038m	-0.31%	0.34%	0.64%			
28	5+009.53m	143.755m	0.34%					

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Diseño geométrico transversal

4.1.3.1. Sección transversal de diseño

En el desarrollo del diseño geométrico del mejoramiento de la vía de acceso se empleó una sección vial de 2 carriles de 3.5m y bermas de 0.50m para un ancho de corona de 8.0m, tal como se muestra en las siguientes Figuras.

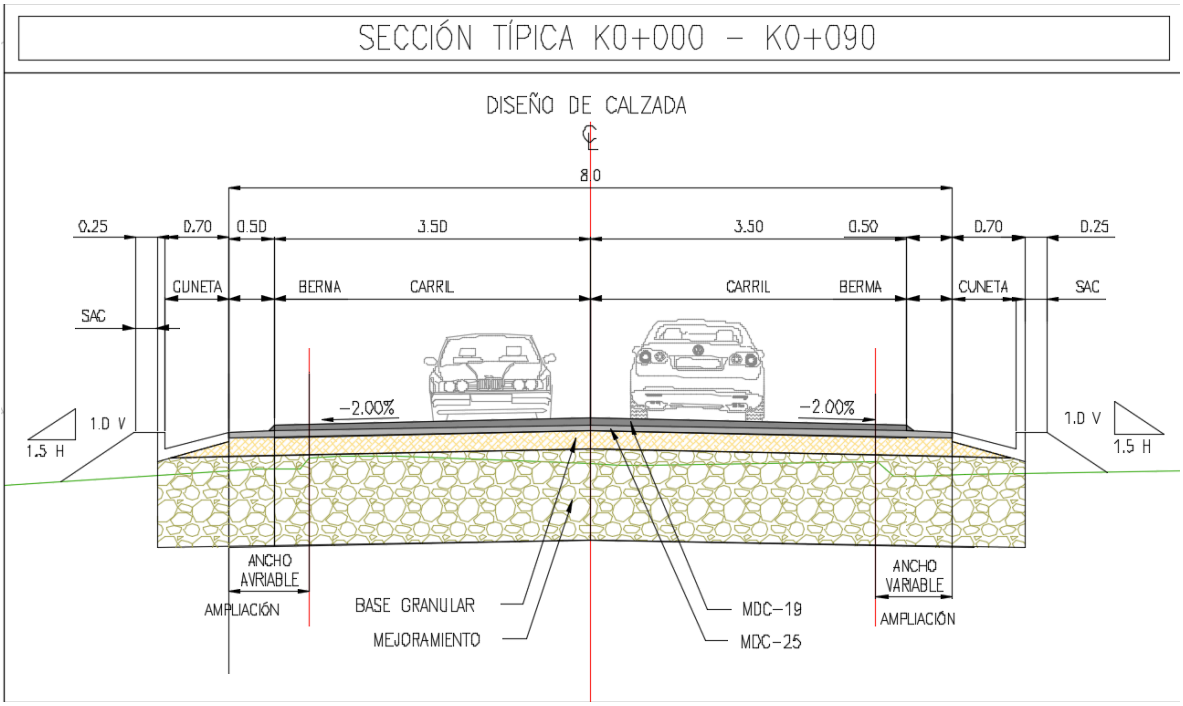


Figura 5. Sección Típica K0+000 – K0+090 vía secundaria Puerto Wilches
Fuente: Elaboración propia

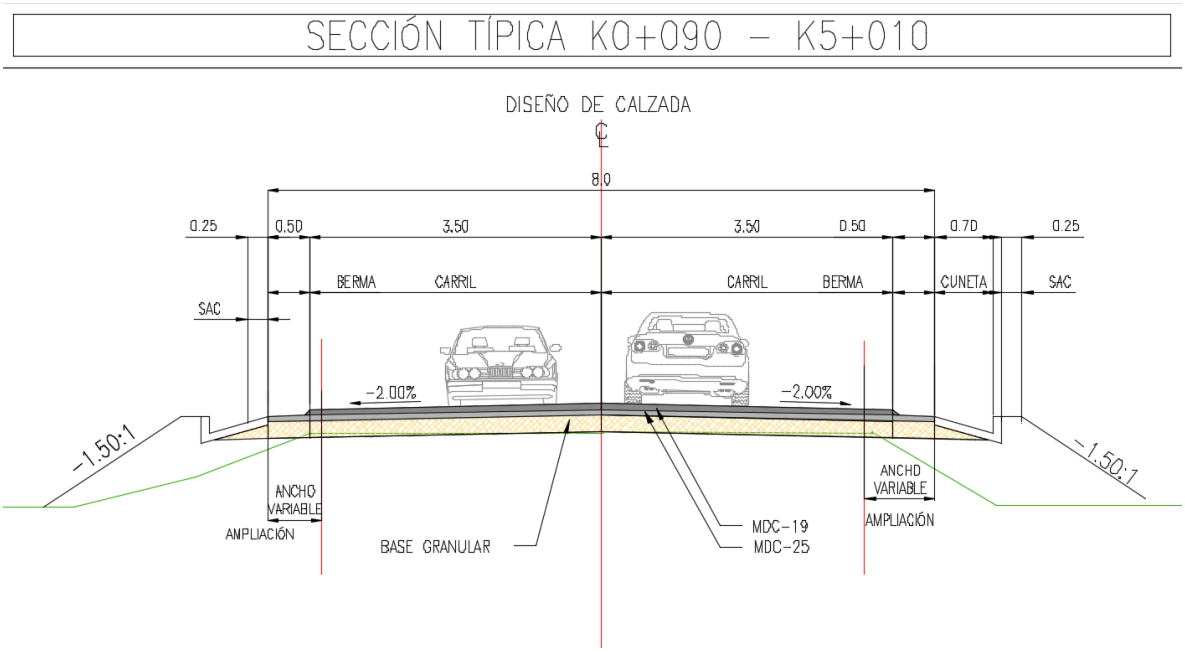


Figura 6. Sección típica K0+090 al K5+010, vía secundaria Puerto Wilches
Fuente: Elaboración propia

5. CALCULOS

5.1. NIVELACIÓN DE LA RASANTE

Una vez llevado a cabo el diseño, se generaron carteras de nivelación de rasante que se pueden observar con mayor detalle en el **Anexo 2.3: Carteras de replanteo de la sección transversal.**

5.2. MATERIALES DE EXCAVACIÓN

Una vez diseñado el corredor vial se obtuvieron las siguientes cantidades de material que se debe excavar para poder implementar el diseño geométrico y de pavimentos a los cuales se hace referencia en el presente documento. El resumen de estos materiales se puede observar en la Tabla 25 y las carteras completas referentes a este numeral se observan con detalle en el **Anexo 2.5: Movimiento de Tierras.**

Tabla 25. Cantidades de movimientos de tierras

TRAMO	UBICACIÓN	VOL. CORTE (m^3)	VOL. RELLENO (m^3)
Tramo 1	Vía Secundaria Puerto Wilches	2440,69	6810,33

Fuente: Elaboración propia

5.3. MATERIALES DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Tras considerar las diferentes estructuras de pavimento a implementar en el tramo vial analizado se pudo calcular la totalidad de materiales que se utilizarían en el mejoramiento de la vía. El resumen de estos materiales se puede observar en la y las carteras completas referentes a este numeral se observan con detalle en el **Anexo 2.4 Cantidades de Materiales**

Tabla 26. Materiales de estructura de pavimento

Cálculo de Materiales			
Material	**Área (m²)**	**Volumen (m³)**	**Vol. acumulado (m³)**
MDC-19	0.45	4.3	2287.59
MDC-25	0.6	5.67	3013.36
Base Granular BG	1.65	16.13	8806.28
Mejoramiento	0	0	894.97
Terraplen			6810,33

Fuente: Elaboración propia

6. CONCLUSIONES

- La velocidad de diseño utilizada para todo el tramo del mejoramiento de la vía secundaria cruce ruta 45, troncal central que comunica al municipio de puerto Wilches - Santander es de 40Km/h, esta se estableció en función, de las características geométricas del corredor existente.
- El corredor se diseñó buscando realizar una ampliación de la sección transversal del corredor existente, y evitando las afectaciones prediales, es por esto que no se llevó a cabo rectificaciones de curvas u otro tipo de ajustes geométricos que se salgan del corredor existente.
- Con el fin de aprovechar la estructura de pavimento existente, se calco la rasante actual, debido a esto algunos tramos tienen pendientes longitudinales inferiores al 0.3%, sin embargo, estos tramos están en terraplén y el drenaje se realiza transversalmente.
- Se recomienda tomar una Franja de Topografía, con mayor detalle de tal manera que se puedan calcular cantidades con mayor detalle en la etapa constructiva.

LISTADO ANEXOS

ANEXO 1 CARTERAS DE DISEÑO (ARCHIVOS DIGITALES)