

GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS

ESTUDIO DISEÑO GEOMÉTRICO

CONSULTORA: INMOBILIARIA JOALPA S.A.

CONTRATO No. No. S-CON-26-2022-X-0

OBJETO DEL CONTRATO:

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA
REHABILITACION DE LA VIA CONEXIÓN E30 -
PEDRO VÉLEZ - CARLOS JULIO AROSEMENA,
UBICADA EN EL CANTÓN EL EMPALME DE LA
PROVINCIA DEL GUAYAS.**

GUAYAQUIL, OCTUBRE DE 2022.

Contenido

Contenido	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 UBICACIÓN	3
Tabla 1. Coordenadas de ubicación del proyecto	3
Fig.1 Ubicación del Proyecto	4
2. DISEÑO GEOMÉTRICO	4
2.1 CRITERIO GENERAL DE DISEÑO	6
3. NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO	7
3.1 VELOCIDAD DE DISEÑO	7
4. DISEÑO PLANIMETRICO	8
4.1 RADIO MINIMO DE CURVATURA HORIZONTAL	8
4.2 PERALTE	16
Fig.2 desarrollo del peralte	17
4.3 SOBREANCHO	18
5. DISEÑO ALTIMÉTRICO	19
5.1 PENDIENTE LONGITUDINAL	20
5.1.1 GRADIENTE MÁXIMA	20
5.1.2 GRADIENTE MÍNIMA	22
5.2 CURVAS VERTICALES	22
5.2.1 CURVAS VERTICALES CONVEXAS.	22
5.2.2 CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS.	22
6. SECCIÓN TRANSVERSAL	23
7. CÁLCULO DE VOLUMEN	25
8. CONCLUSIONES:	26
9. RECOMENDACIONES:	26

1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno Provincial del Guayas dentro de su competencia, tiene la Planificación, construcción y mantenimiento de la red vial del territorio jurisdiccional adscrito a la Provincia del Guayas. Que contempla los caminos de segundo y tercer orden en los sectores rurales, para mejorar el estilo socioeconómico de los poblados existente a lo largo de la vía y aledaño.

Entre los proyectos a planificar por el Gobierno Provincial está los estudios para la rehabilitación de la vía E30-PEDRO VELEZ-CARLOS JULIO AROSEMENA ubicada en el Cantón El Empalme de la Provincia del Guayas”, que conlleve a una mejor calidad de vida de una forma integral.

1.1 UBICACIÓN

La Vía E30-PEDRO VELEZ-CARLOS JULIO AROSEMENA, se encuentra ubicado en el Cantón EL EMPALME de la Provincia del Guayas, recorriendo un tramo de 16.795 Km. a nivel de una carpeta asfáltica en malas condiciones vehiculares.

El proyecto tiene su inicio y fin entre las coordenadas UTM WGS 84 ZONA 17S que son:

COORDENADAS UTM WGS 84		
DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE
Inicio vía E30	638580.031	9884423.025
Final Carlos Julio	641805.771	9897044.198

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del proyecto

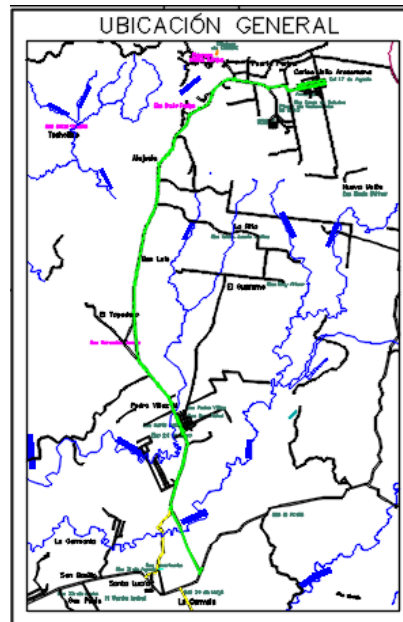


Fig.1 Ubicación del Proyecto

2. DISEÑO GEOMÉTRICO

En el diseño geométrico de la vía E30-PEDRO VELEZ-CARLOS JULIO AROSEMENA, se ha tratado de conservar el trazado horizontal existente de la vía. El estudio de tráfico especificó una vía de CLASE II, valores recomendables, con un TPDA = 1695 vehículos, lo cual la norma del MTOP-2003 detalla un ancho de pavimento recomendable de 7.00 metros y espaldones de 3.00 metros, llegando a una vía de 13.00 metros de ancho, para dos carriles de circulación una para cada sentido.

En lo que respecta al perfil longitudinal de vía existente, se procedió a diseñar un nuevo perfil longitudinal, con las cotas de inundación, que especifica el estudio hidráulico, donde se menciona diferencia de cota de nivel de agua y eje existente de la vía. Tratando de no afectar a las viviendas y estructuras existente a lo largo de la vía.

Conforme al Estudio de Tráfico realizado en la vía E30-PEDRO VELEZ-CARLOS JULIO AROSEMENA la vía se clasifica según las Normas Del MTOP-2003 como CLASE II Absoluta, la misma que presenta las siguientes características:

Con el tráfico proyectado de 1695 Veh/día, el proyecto se encuentra dentro una vía de Clase II con un TPDA de rango entre 1000 a 3000 Veh/día.							
Esta vía se encontraría dentro de las características Clase II y tipo recomendable (terreno Llano), con lo cual las dimensiones de la calzada serán de 7,00 m y espaldón de 3,00 m.							
Sin embargo se podría recomendar el diseño de tipo Absoluto en donde las dimensiones de la calzada serán de 6,70 m y un ancho de espaldón de 2,5 m respectivamente. La Prefectura en coordinación con el consultor definirá la dimensión especialmente del espaldón.							
<table border="1"> <tr> <td>TPDA =</td><td>1695 vehículos. Mixtos/día/ambos sentidos proyectados a 20 años.</td></tr> <tr> <td>CLASE DE VIA =</td><td>II NORMAS RECOMENDABLE</td></tr> <tr> <td>TIPO DE TERRENO =</td><td>LLANO</td></tr> </table>		TPDA =	1695 vehículos. Mixtos/día/ambos sentidos proyectados a 20 años.	CLASE DE VIA =	II NORMAS RECOMENDABLE	TIPO DE TERRENO =	LLANO
TPDA =	1695 vehículos. Mixtos/día/ambos sentidos proyectados a 20 años.						
CLASE DE VIA =	II NORMAS RECOMENDABLE						
TIPO DE TERRENO =	LLANO						

Fig.2 Estudio de tráfico

NOTA: el ancho de los espaldones en el estudio de tráfico se recomienda 3.00 pero para mitigar temas de expropiaciones y económicas para la ejecución de los trabajos de pudo llegar a un consenso y reducirlos a 1.5m, se elaboró el recorrido del auto en planta con el programa topo 3 y se observa el comportamiento tanto en los carriles como en los espaldones de la trayectoria del vehículo teniendo éxito en todas las curvas horizontales

PROPIEDADES TRAYECTORIA [Polilínea: 1 6E6B]

Opciones Informes

Polilínea: 1 6E6B

Tipo Vehículo: C3S2. Tractocamión de tres ejes

Velocidad (Km/h): 0

Velocidad = Vch y Veth ☐

☒ Mostrar Trayectoria

EJE DE ANALISIS

☐ Polilínea ☐ Eje de Diseño ☐ Eje Real ☐ Centro Carril Derecho ☒ Eje de Circulación Derecho ☐ Centro Carril Izquierdo ☐ Eje de Circulación Izquierdo

Distancia Lateral (m): 0

☐ Invertir Trayectoria

COLOR, GROSOR y VISIBILIDAD

Envolvente: 3 ☒

Vehículo: 2 ☒

Líneas Carrocería: 1 ☐

Líneas Llantas: 1 ☐

☐ Velocidad Máxima

☒ Problemas

Escala: 10

☒ Excedió ángulo giro llanta delantera

☒ Supera velocidad máxima posible

☒ Supera ángulo máximo entre segmentos trailer

Dibujo Vehículos

☒ Primero y Ultimo ☒ Intermedios

Distancia (m): 5

Deflexión Máxima (g,m,s): 120,0,0

SIMULACION

Tiempo Demora (miliseg): 10

Abscisa Inicial (m):

Abscisa Final (m):

 Definir Propiedades Trayectoria

 Salir

Vehículo utilizado en la trayectoria 3-S2 – TRACTOCAMIONES

2.1 CRITERIO GENERAL DE DISEÑO

De acuerdo a las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras publicado por el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador del año 2003 se deben considerar los siguientes criterios:

El proyecto es una vía de CLASE II Recomendable, descrita por el estudio de tráfico, lo cual la norma MOP 2003, especifica los valores de diseño para carretera de dos carriles.

En general se debe combinar curvas amplias con tangentes largas en la medida que permite el terreno. Debe evitarse un alineamiento horizontal zigzagueante con curvas cortas, aunque será necesario proyectar un alineamiento curvilíneo para este proyecto. Por el trazado existente de la vía actual, pero siempre debe tomarse en cuenta en el trazado los aspectos de seguridad y estética de la carretera.

Generalmente se debe realizar curvas de grandes radios, evitando los mínimos especificados para las velocidades de diseño y reservándolos radios menores para los casos de condiciones críticas. El alineamiento debe ser direccional en lo posible, de acuerdo con la topografía existente.

3. NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

Los parámetros de diseño geométrico de carretera están normados por el MTOP 2003, con el objeto de garantizar confort y seguridad, los parámetros utilizados en este proyecto son la siguiente:

3.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad adoptada para el diseño es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Para este proyecto se escogió la velocidad de diseño, en base de la condición topográfica, estudio de tránsito e importancia de la vía, donde de la tabla de diseño de la norma MTOP 2003 es CLASE II recomendable, que es de 110 Km/h. Pero por cuestiones de seguridad se acoplo la velocidad de diseño a 80km/h tomado de las recomendaciones de velocidad de diseño norma invias de Colombia.

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

La Velocidad de Diseño de un tramo homogéneo (V_{TR}) está definida en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno. A un tramo homogéneo se le puede asignar una Velocidad de diseño (V_{TR}) en el rango que se indica en la Tabla 2.1. En ella se resume el equilibrio entre el mejor nivel de servicio que se puede ofrecer a los usuarios de las carreteras colombianas y las posibilidades económicas del país.

Instituto Nacional de Vías Manual de Diseño Geométrico de Carreteras

Tabla 2.1.
Valores de la Velocidad de Diseño de los Tramos Homogéneos (V_{TR}) en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno

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

Fig.3 recomendaciones de velocidad de diseño – NORMA INVIAS – COLOMBIA

4. DISEÑO PLANIMETRICO

4.1 RADIO MINIMO DE CURVATURA HORIZONTAL

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento.

El radio mínimo (**R**) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127 (e + f)}$$

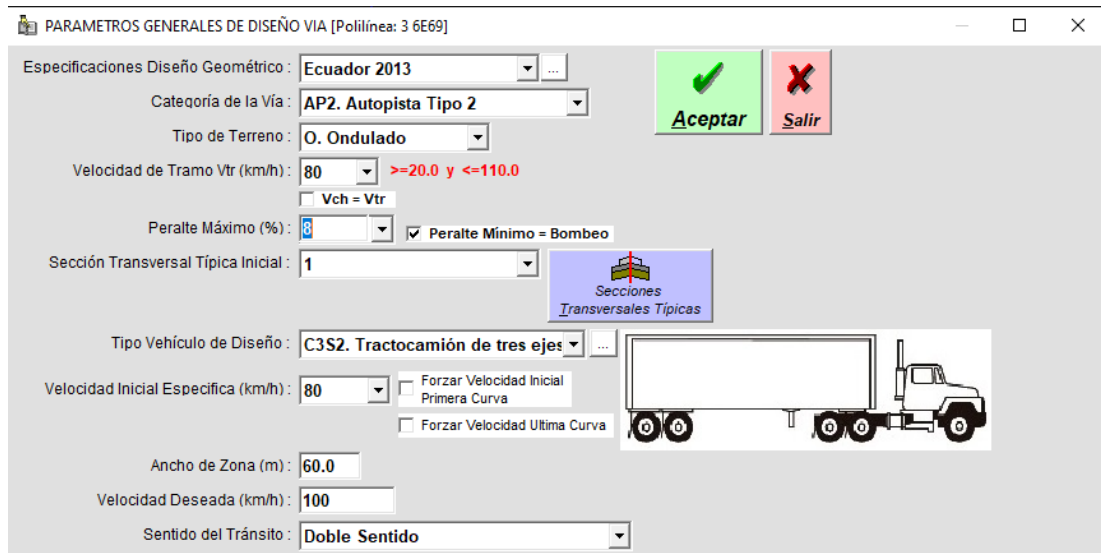
Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral (0.19-0.000626V).

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada).



Parámetros generales para la simulación en la trayectoria vehicular – SOFTWARE TOPO 3

TOP03 - C:\Users\EQUIPO\Desktop\Sin Nombre - [PLANTA]

Proyecto Opciones Crear Modificar Modelo Digital Diseño de Carreteras Volúmenes 3D Utilidades Salir

ESPECIFICACIONES DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS

Opciones

Código Especificación: **Ecuador 2013** Version: 2.55, Junio-2022

Descripción: Manual Ecuador 2013

☒ Básicos
☐ Curvas Horizontales
☐ Peraltes
☐ Longitud Mínima Curva Vertical
☐ Tangentes Verticales
☐ Visibilidad
☐ Perfil de Velocidades
☐ Entretangencias...
☐ Señalización
☐ Tipos de Vehículos
☐ HDM
☐ Vehículos de Diseño

#	Código	Descripción	Código HDM	d (m)	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	u (m)	Longitud Total (m)	Relación Peso/Potencia (Kg/HP)	Máximo Giro Lenta Delantera (g)	Máximo Giro entre Segmentos (g)	Lock to Lock (s)	Velocidad Máxima (Km/h)
1	A	Vehículo liviano	2	0.8	2.9	1.3	0	1.8	5	52	31.6	0	6	100
2	A02	Vehículo liviano	2	0.91	3.35	1.53	0	2.13	5.79	52	31.6	0	6	100
3	A03	Vehículo grande	2	0.9	2.97	1.3	0	1.8	5.17	52	31.6	0	6	100
4	A04	Camioneta	2	0.91	2.97	1.3	0	1.85	5.18	52	31.6	0	6	100
5	A05	Camioneta doble cabina	2	0.91	3.1	1.3	0	1.85	5.31	52	31.6	0	6	100
6	BP01	Bus pequeño	12	1.4	3.8	1.8	0	2.44	7	121	39.3	0	6	80
7	BP02	Bus pequeño	12	1.5	4.3	2.795	0	2.44	8.595	121	39.3	0	6	80
8	B	Bus mediano	14	0.76	6.49	3.86	0	2.44	10.91	121	39.3	0	6	80
9	B0	Bus grande	16	2.7	7	3.3	0	2.6	13	104	44.3	0	6	80
10	BUS-40	Bus	16	1.63	7.68	2.48	0	2.44	12.19	104	39.3	0	6	80
11	BUS-45	Bus	16	1.83	8.69	3.2	0	2.44	13.72	104	44.3	0	6	80
12	HUS-PADRON	Bus	16	2.32	5.95	3.49	0	2.44	11.76	104	44.3	0	6	80
13	US-PADRON	Bus	16	2.13	7.62	2.44	0	2.44	12.19	104	44.3	0	6	80
14	BUS-ART	Bus articulado	16	2.5	5.5	2.253	4.447	2.44	18.2	121	36	45	6	60
15	BUS-BIART	Bus bi-articulado	16	2.62	6.71	0	4.02	2.44	23.86	121	36	45	6	60
16	BUS-ART2	Bus articulado	16	2.3	5.85	2.15	5	2.44	18.66	121	36	45	6	60
17	BUS-BIART2	Bus bi-articulado	16	2.71	5.85	2.15	5	2.44	27.2	121	36	45	6	60
18	C2	Camión de dos ejes	6	1.36	5.49	1.44	0	2.6	8.29	72	42.5	0	6	60
19	C2P	Camión de dos ejes	6	1.4	6.6	3.2	0	2.6	11.2	150	42.5	0	6	60
20	C2G	Camión de dos ejes grande	6	2.5	6	3.4	0	2.6	12	150	42.5	0	6	60
21	C2S1	Tractocamión de dos ejes	11	1.22	5.35	0	13.32	2.59	21.83	180	28.4	70	6	60
22	C2S2	Tractocamión de dos ejes	11	1.22	5.35	0	12.97	2.59	22.1	180	28.4	70	6	60
23	C2S3	Tractocamión de dos ejes	11	1.22	5.35	0	12.97	2.59	22.68	180	28.4	70	6	60
24	C3	Camión de tres ejes	10	1.25	6.55	3.2	0	2.6	11	150	42.5	0	6	60
25	C3S1	Tractocamión de tres ejes	11	1.22	5.95	0	13.32	2.59	22.43	200	28.4	70	6	60
26	C3S2	Tractocamión de tres ejes	11	1.22	5.95	0	12.97	2.59	22.7	200	28.4	70	6	60
27	C3S3	Tractocamión de tres ejes	11	1.22	5.95	0	12.97	2.59	23.28	200	28.4	70	6	60
28	C4	Camión de cuatro ejes	10	1.25	6.55	3.2	0	2.6	11	150	42.5	0	6	60
29	WB-100T	Camión 13 ejes	11	1.4	4.1	-0.15	13.32	2.59	41.12	200	15.6	70	6	30
30	WB-40	Camión 5 ejes	11	0.91	4.1	0	12.97	2.59	20.54	180	20.3	70	6	60
31	WB-40T	Camión 5 ejes	11	0.91	4.1	0	12.97	2.59	21.12	200	20.3	70	6	60
32	WB-50	Camión 5 ejes	11	0.91	4.1	0	10.39	2.6	17.96	180	17.7	70	6	60
33	WB-67	Camión 5 ejes	11	1.22	5.95	0	13.59	2.6	23.32	180	28.4	70	6	60
34	WB-67D	Camión 9 ejes	11	1.4	4.1	0	13.32	2.59	31.45	200	15.6	70	6	30
35	TREN2	Tren cañero de 2 canastas	11	1.4	4.1	0	13.32	2.59	31.45	200	15.6	70	6	30
36	TREN3	Tren cañero de 3 canastas	11	1.4	4.1	-0.15	13.32	2.59	41.12	200	15.6	70	6	30
37	TREN4	Tren cañero de 4 canastas	11	1.4	4.1	-0.15	13.32	2.59	50.94	200	15.6	70	6	30
38	TREN5	Tren cañero de 5 canastas	11	1.4	4.1	-0.15	13.32	2.59	60.76	200	15.6	70	6	30

N: 3907734.0759, E: 7807734.0759

1: Por Defecto, Objeto

Escribe aquí para buscar

Especificaciones de tractocamión

PROPIEDADES TRAYECTORIA [Polilínea: 1 6E69]

Opciones Informes

Polilínea: **1 6E69**

Tipo Vehículo: **C3S2. Tractocamión de tres ejes**

Velocidad (Km/h): **0**

Velocidad = Vch y Veth ☐

☒ **Mostrar Trayectoria**

EJE DE ANALISIS

☐ Polilínea
☐ Eje de Diseño ☐ Eje Real ☐ Invertir Trayectoria
☐ Centro Carril Derecho ☒ Eje de Circulación Derecho
☐ Centro Carril Izquierdo ☐ Eje de Circulación Izquierdo

Distancia Lateral (m): **0**

COLOR, GROSOR Y VISIBILIDAD

Envoltorio: **3**
 Vehículo: **2**
 Líneas Carrocería: **1**
 Líneas Llantas: **1**

☐ **Velocidad Máxima**

☒ **Problemas**

Escala: **10**

☒ Excedió ángulo giro llanta delantera
☒ Supera velocidad máxima posible
☒ Supera ángulo máximo entre segmentos trailer

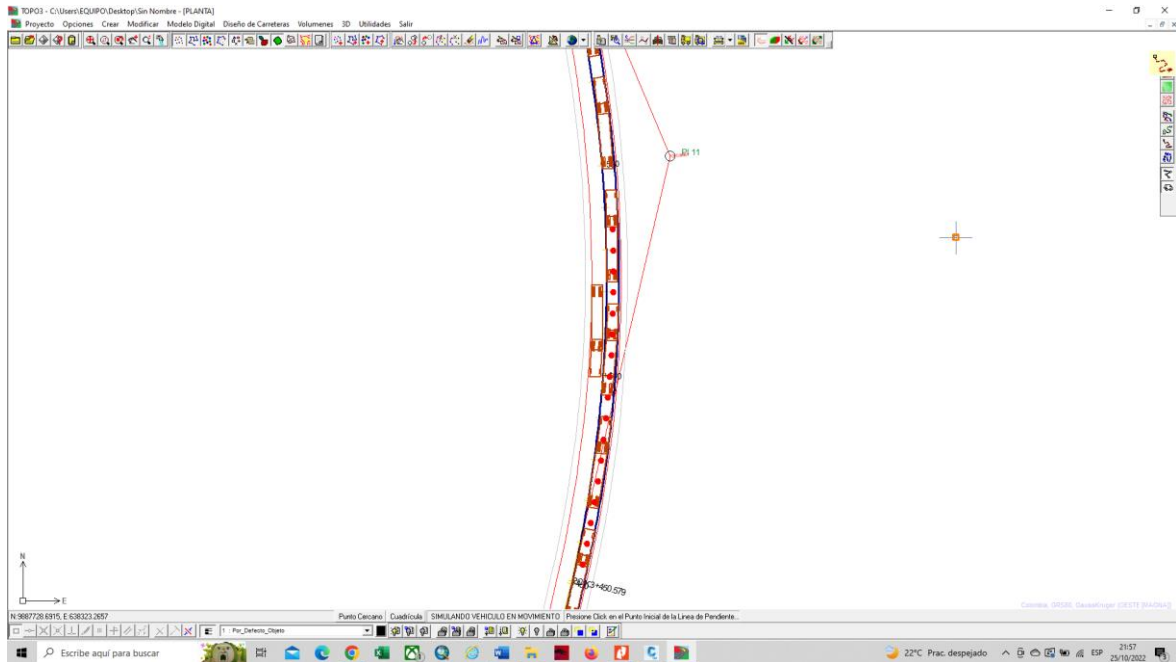
Dibujo Vehículos

☒ Primero y Último ☒ Intermedios
 Distancia (m): **5**
 Deflexión Máxima (g,m,s): **120,0,0**

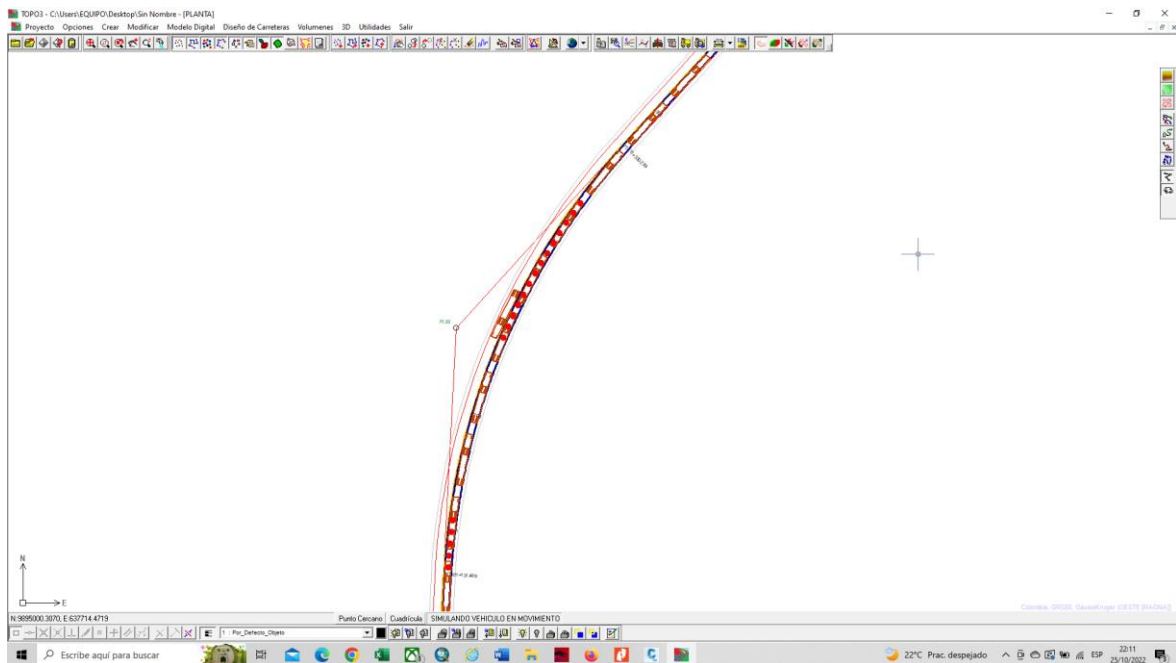
SIMULACION

Tiempo Demora (miliseg): **10**
 Abscisa Inicial (m):
 Abscisa Final (m):

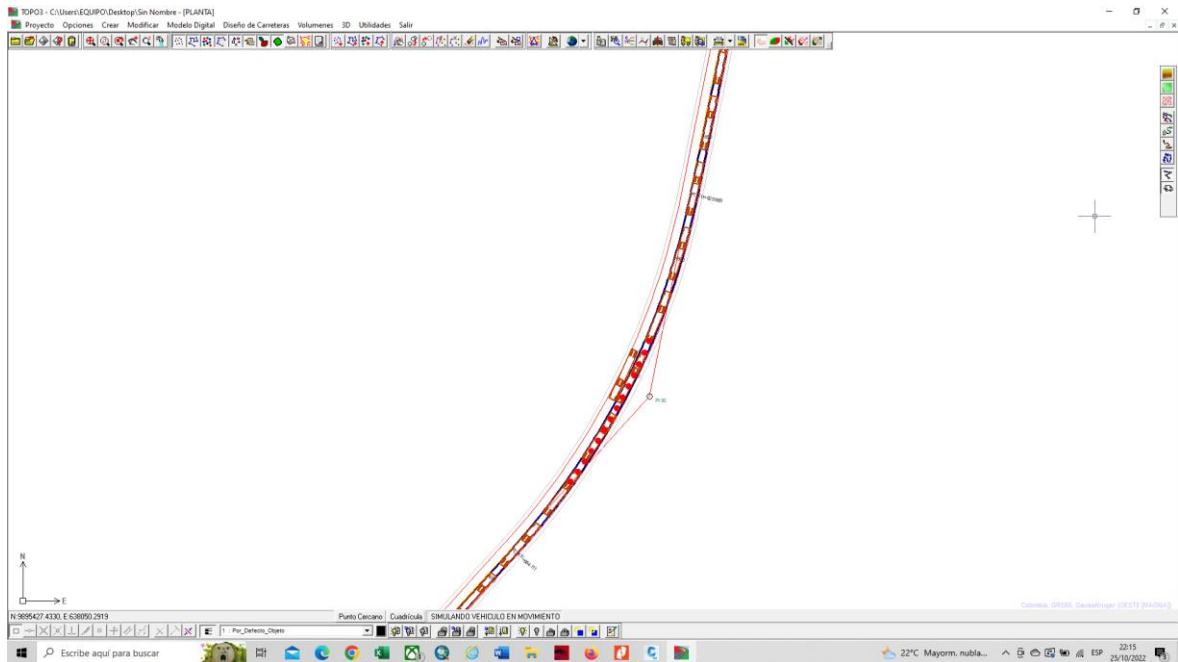
Propiedades de la trayectoria



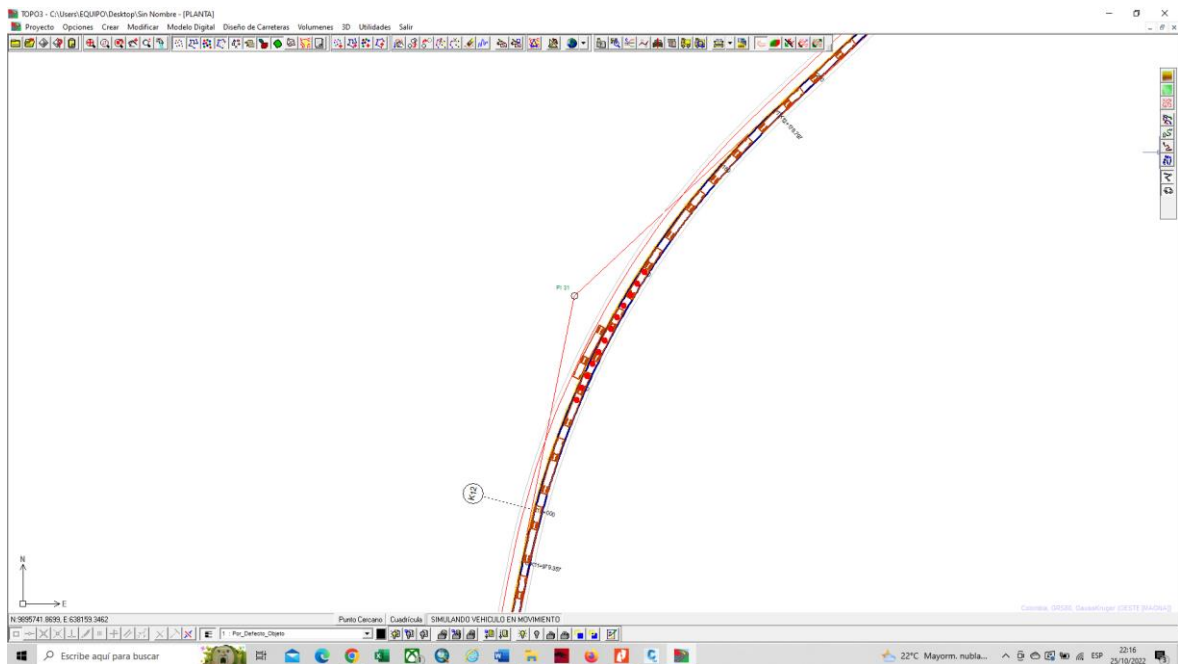
Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 11 en la **abscisa 3+460** con radio 320m



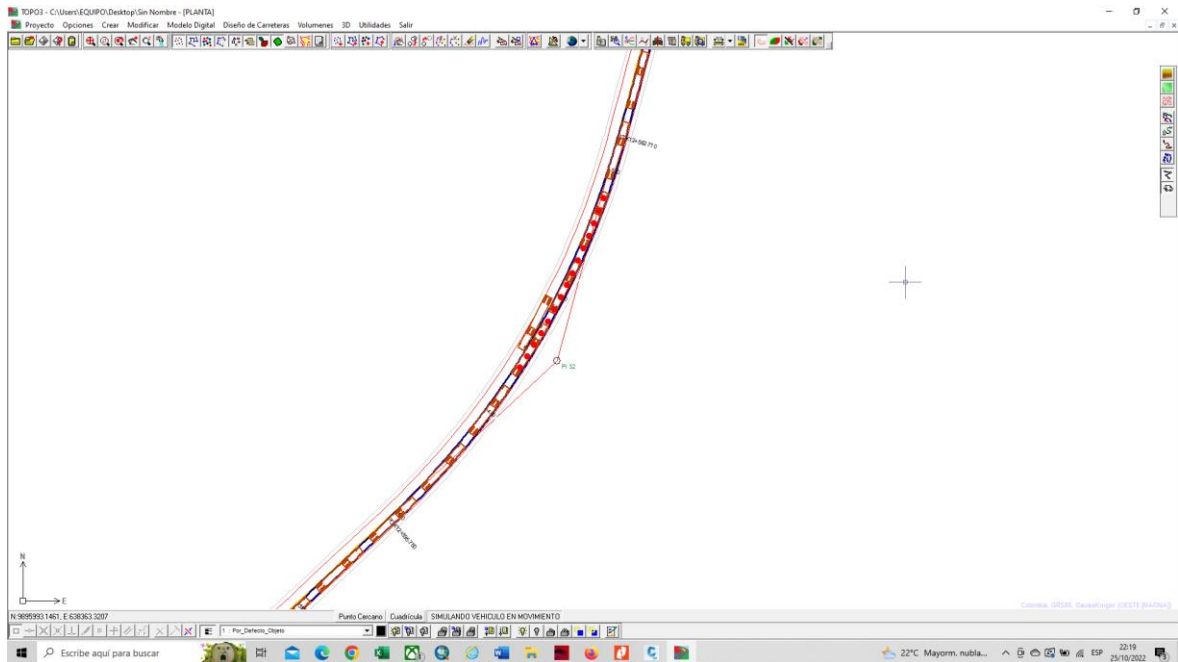
Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 28 en la **abscisa 11+140** con radio 290m



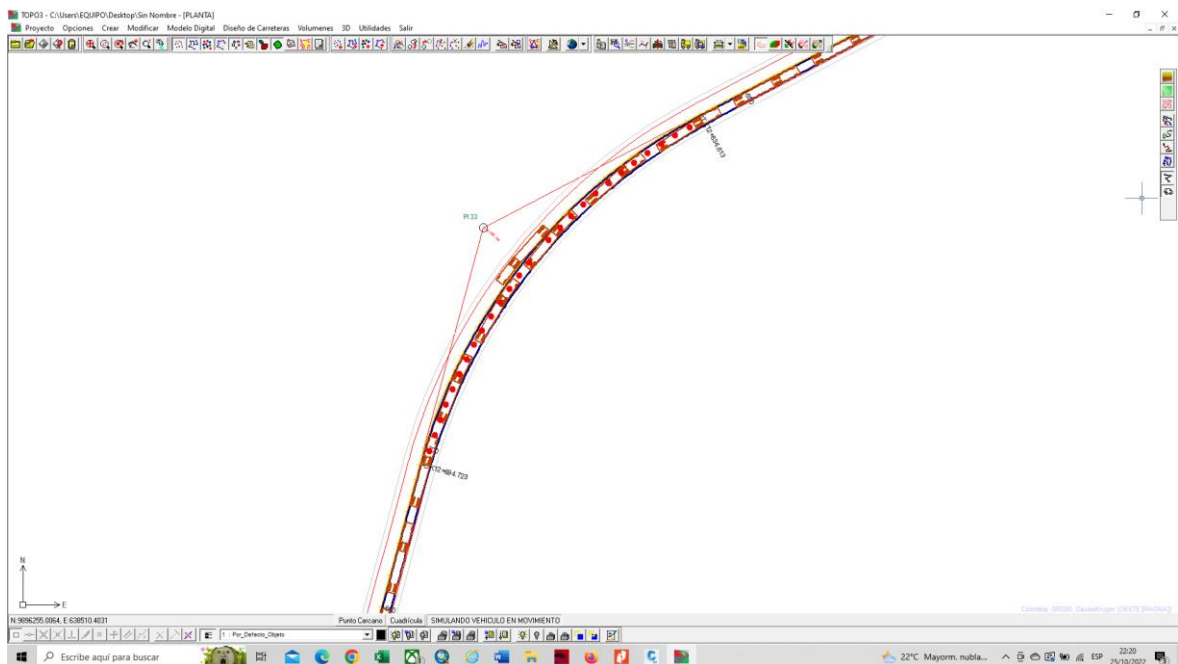
Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 30 en la **abscisa 11+680** con radio 300m



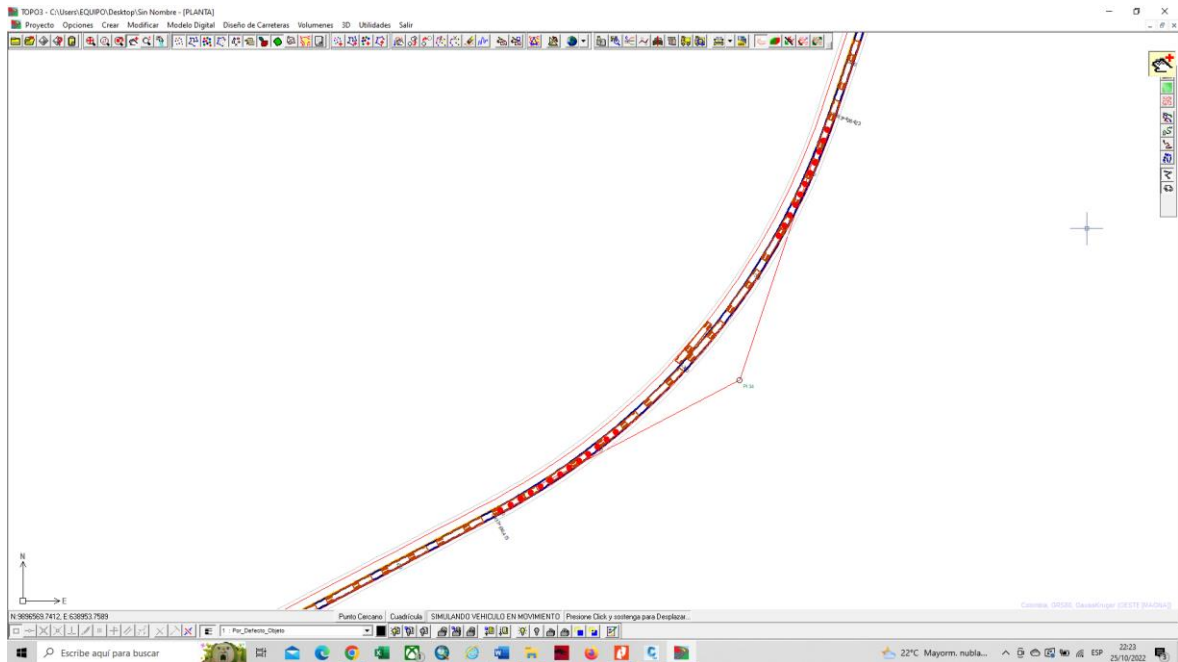
Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 31 en la **abscisa 12+000** con radio 320m



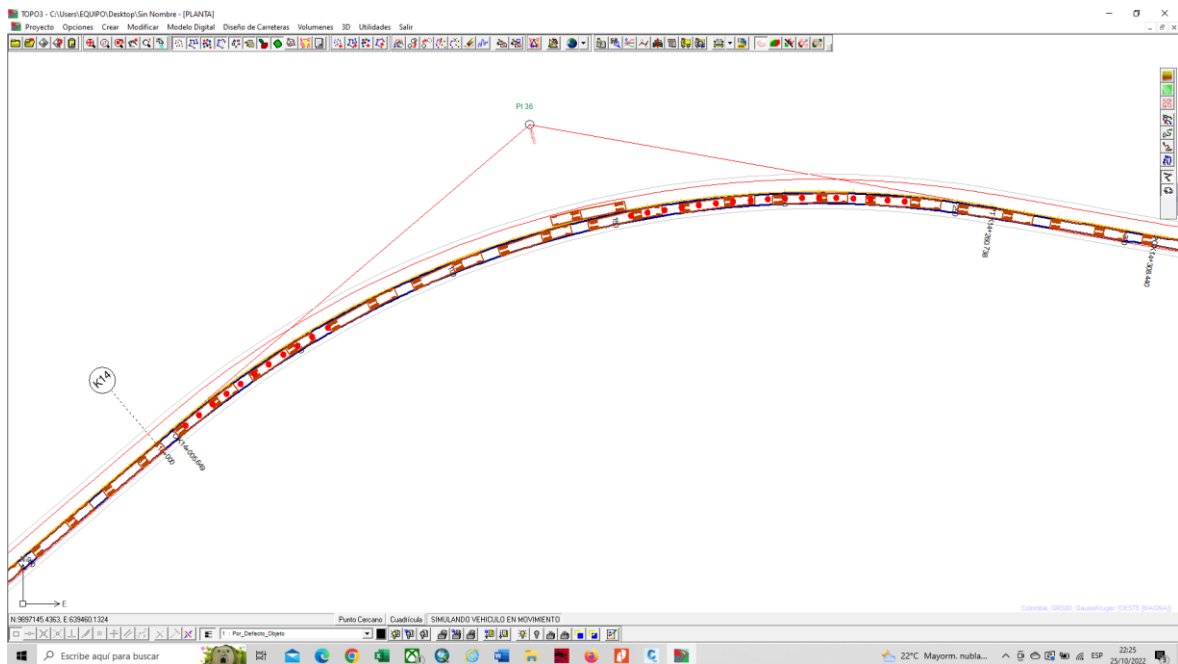
Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 32 en la **abscisa 12+400** con radio 300m



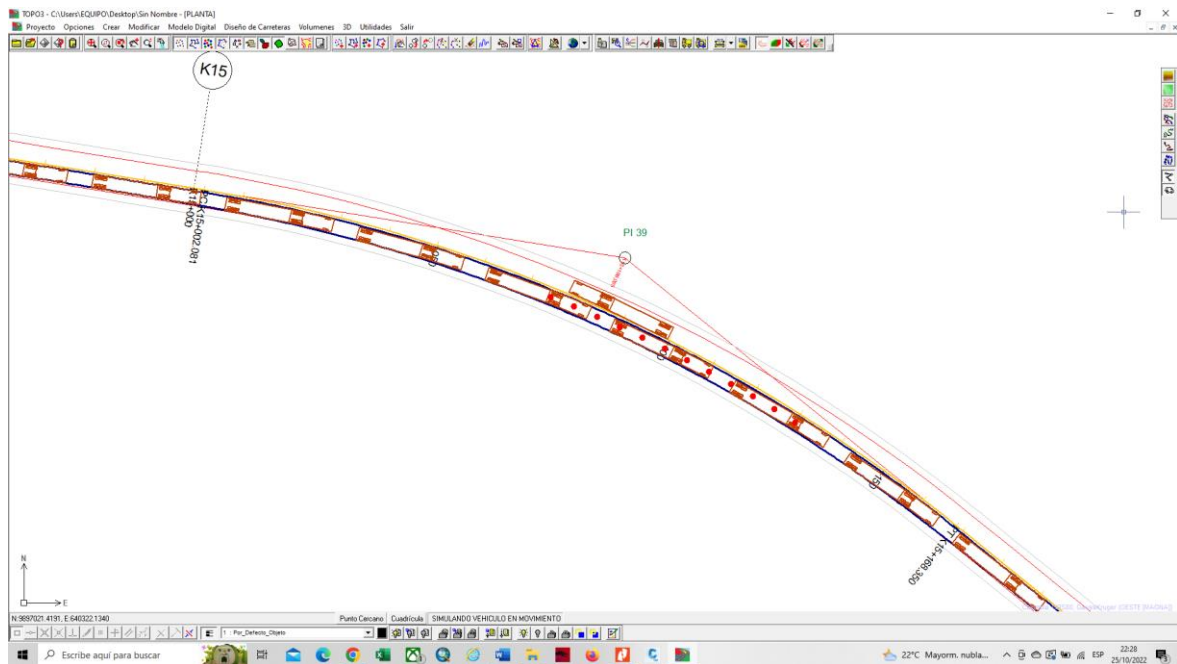
Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 33 en la **abscisa 12+740** con radio 170m



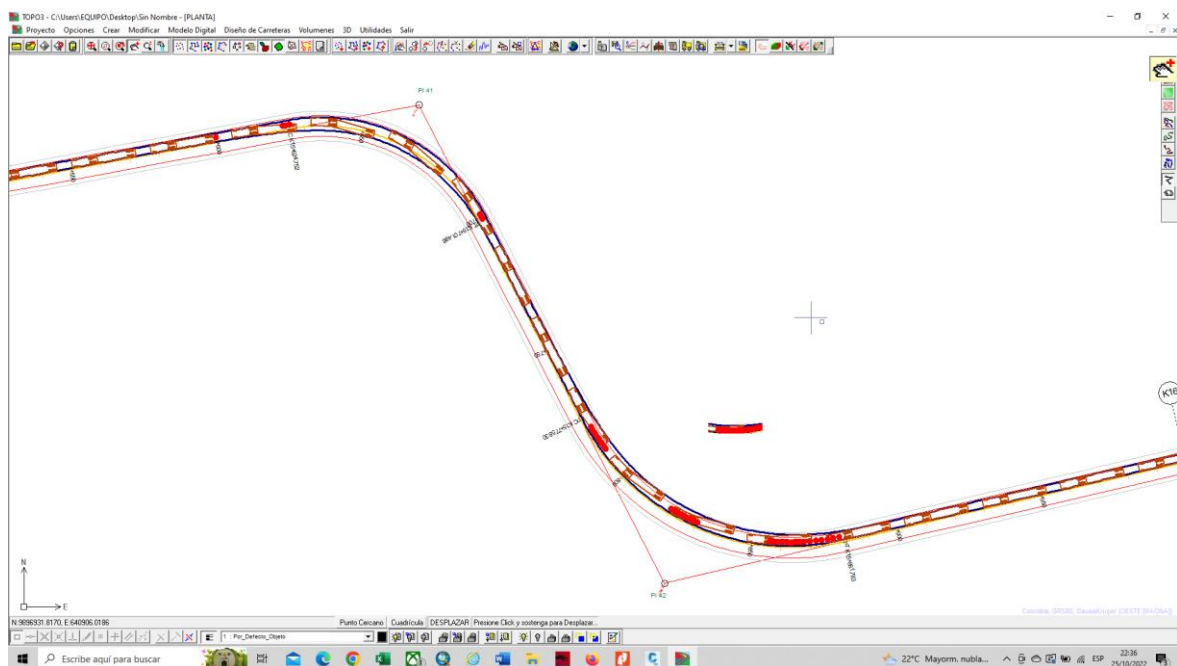
Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 34 en la **abscisa 13+220** con radio 300m



Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 36 en la **abscisa 14+020** con radio 300m



Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 39 en la **abscisa 15+020** con radio 320m



Cumpliendo con éxito la trayectoria vehicular en la Curva 41-42 en la **abscisa 15+640-15+800** con radio 60-80m respectivamente.

El radio mínimo que nos recomienda el estudio de tráfico es de (350m) para todas las curvas, pero para mitigar temas de expropiaciones y no encarecer el proyecto se está utilizando en su mayor parte el trazado actual se elaboró el recorrido en planta con el programa TOPO 3 del vehículo llegando con éxito en todas las curvas horizontales aunque en algunos caso se está utilizando radios menores al recomendado por el estudio de tránsito.

4.2 PERALTE

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “**F**”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (**P**) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

La fórmula que relaciona el peralte, la fuerza de fricción, la velocidad de diseño y el radio de curvatura es la siguiente:

$$e = \frac{V^2}{127R} - f$$

Dónde:

R: radio (m)

V: velocidad de diseño (km. /h)

E: peralte de la curva (m / m de calzada)

F: coeficiente de fricción lateral (0.19-0.000626V).

Magnitud del Peralte. El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo, el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad.

Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que, sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

En base a investigaciones realizadas, se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

Desarrollo del peralte: Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

En Curvas circulares, la longitud de transición del peralte se distribuye 1/3 en la curva y 2/3 en la tangente. En curvas con espirales el peralte se lo desarrolla a todo lo largo de la longitud de la espiral.

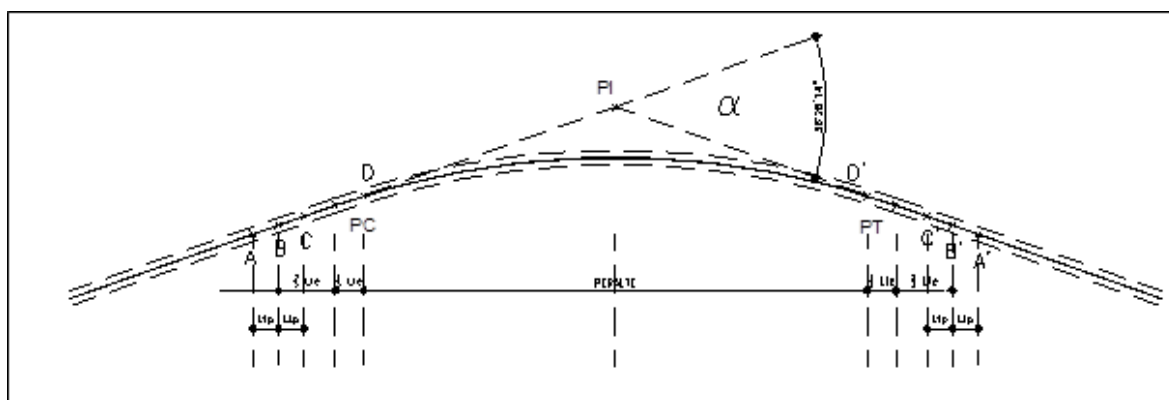


Fig.2 desarrollo del peralte

Se calcula la longitud “L” de desarrollo del peralte en función de la gradiente de borde “i”, cuyo valor se obtiene en función de la velocidad de diseño.

$$L_t = \frac{e * a}{2i}$$

L_t = longitud de la transición

e = Valor del peralte.

a = ancho de la calzada.

i = gradiente Longitudinal.

Para encontrar

La longitud de Bombeo, podemos establecer la siguiente relación:

$$L_p = \frac{P * a}{2 * i}$$

Donde:

L_p = longitud del bombeo.

Longitud mínima para el desarrollo del peralte, es la que corresponde a la distancia recorrida por un vehículo en el tiempo de dos segundos, a la velocidad de diseño, es decir.

$$L_{mín} = 0.56V$$

V = Km/h.

En la siguiente tabla se indican los diversos valores obtenidos del peralte en cada curva del proyecto en función de la velocidad, el radio.

4.3 SOBREANCHO

El objeto del sobre ancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobres anchos por las siguientes razones:

- El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la

descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.

- La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores. Para el caso si el vehículo describe una curva, marchando a muy pequeña Velocidad, el sobreancho se podría calcular geométricamente, ya que su eje posterior es radial.

Para el cálculo de sobreancho se introduce un término de seguridad donde interviene la velocidad y radio de la curva.

$$S = \frac{V}{10\sqrt{R}} + n(R - \sqrt{R^2 - L^2})$$

S = Valor de sobreancho, metros.

R = Radio de la curva circular, metros.

L = Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, metros.

V = Velocidad de diseño, Km/hora.

5. DISEÑO ALTIMÉTRICO

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. De ahí la importancia del diseño del perfil, con gradientes adecuadas al tipo de relieve y al tipo y volumen de tráfico a circular por la vía que se diseña.

5.1 PENDIENTE LONGITUDINAL

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

5.1.1 GRADIENTE MÁXIMA

Las velocidades de diseño dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, como indica el Cuadro VII-I de la norma MOP 2003.

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMAS (Porcentaje)										
Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R—Io	R—II	>	8.000	TPDA	2	3	4	3	4	6
1	3.000	a	8.000	TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1.000	a	3.000	TPDA	3	4	7	4	6	8
III	300	a	1.000	TPDA	4	6	7	6	7	9
IV	100	a	300	TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de		100	TPDA	5	6	8	6	8	14

Fig.3 valores de gradientes longitudinales máximas

En sujeción a las normas de diseño geométrico, que se basan en el volumen de tráfico y en el tipo de relieve del área del proyecto, la máxima pendiente longitudinal que se utilizará para este proyecto será hasta del 4 %. Lo cual, para el diseño, la máxima pendiente utilizada, está alrededor del 4 %.

4.1.2. Pendiente máxima

La pendiente máxima de una 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. Para vías Primarias las pendientes máximas se establecen considerando velocidades altas, entre sesenta y ciento treinta kilómetros por hora (60 - 130 km/h). En las vías Terciarias las pendientes máximas se ajustan a velocidades entre veinte y sesenta kilómetros por hora (20 - 60 km/h), en donde la necesidad de minimizar los movimientos de tierra y pobre superficie de rodadura son las condiciones dominantes.

Para la selección de la pendiente máxima es necesario considerar dos situaciones. La primera, cuando durante el desarrollo de los estudios para la definición del corredor de ruta, que se llevan a cabo durante la Fase 1 del proyecto, se requiere adoptar la Pendiente Media Máxima del corredor (P_{Mmax}), la cual debe estar en consonancia con la Velocidad de Diseño del tramo homogéneo. En la Tabla 4.1 se presentan los valores correspondientes. Ver el paso 7) del numeral 1.3.1.2.1. Actividades de la Fase 1, en el capítulo 1 del presente Manual.

Tabla 4.1.

Pendiente Media Máxima del corredor de ruta (%) en función de la Velocidad de Diseño del Tramo homogéneo (V_{TR})

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

La segunda situación está asociada a la selección de la pendiente máxima de una tangente vertical en particular, caso en el que la pendiente máxima es función de la Velocidad Específica de la tangente vertical (V_{TV}). En la Tabla 4.2 se indican los valores de la pendiente máxima permitida, que depende de la categoría de la carretera y la Velocidad Específica de la tangente vertical (V_{TV}).

Tabla 4.2.

Relación entre la pendiente máxima (%) y la Velocidad Específica de la tangente vertical (V_{TV})

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	-	-	-	-	-	-	-

Los valores indicados en la Tabla 4.2, 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. 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.

Fig.4 recomendaciones de pendiente máximas – NORMA INVIAS – COLOMBIA

5.1.2 GRADIENTE MÍNIMA

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

5.2 CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales se utilizan para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos.

5.2.1 CURVAS VERTICALES CONVEXAS.

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. La longitud de la curva es expresada por las siguientes fórmulas:

$$L_{cv} = A * K$$
$$L_{cv} = \frac{A * S^2}{122 + 3.5 * S}$$

5.2.2 CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS.

No existe un criterio único respecto de la longitud para el diseño de esta clase de curvas. Existen cuatro criterios diferentes con el fin de establecerla, que son:

- Distancia de visibilidad nocturna, que es el que más se tiene en cuenta
- Comodidad para conducir y para los usuarios

- Control de drenaje
- Apariencia de la vía.

Es decir que, por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

La longitud de la curva dependiendo del tipo de curva, son expresadas por las siguientes fórmulas.

$$L_{cv} = \frac{A * S^2}{426}$$

6. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal de una carretera está compuesta por la calzada, los espaldones, las cunetas y los taludes laterales.

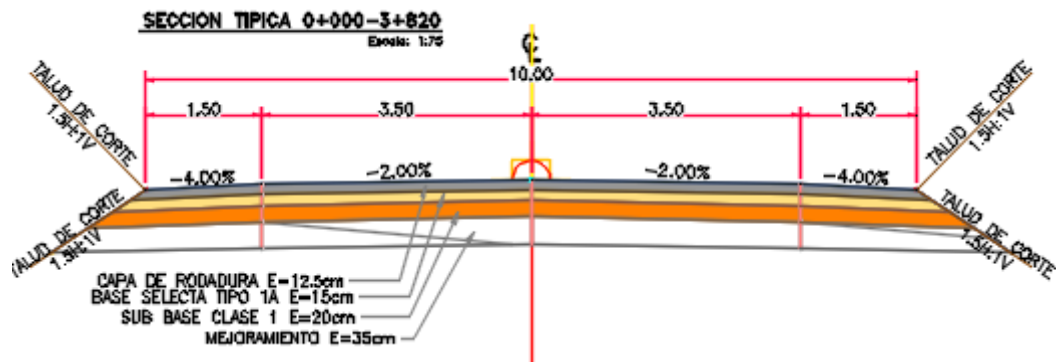
La **calzada** es aquella parte de la sección transversal destinada a la circulación de los vehículos constituida por una o más carriles para uno o dos sentidos. En este caso se utilizará dos carriles uno para cada sentido.

Los **espaldones**, los cuales sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento y eventualmente se pueden utilizar para estacionamiento provisional. Siempre con una pendiente transversal mayor al de la calzada.

Las **cunetas** son zanjas, generalmente de forma triangular, construidas lateralmente de la sección.

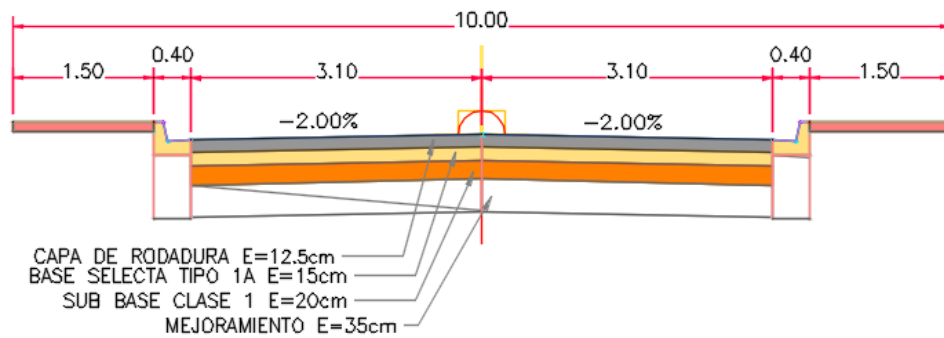
Los **taludes** son las superficies laterales inclinada, comprendidos entre las cunetas y el terreno natural.

SECCIONES TIPICAS



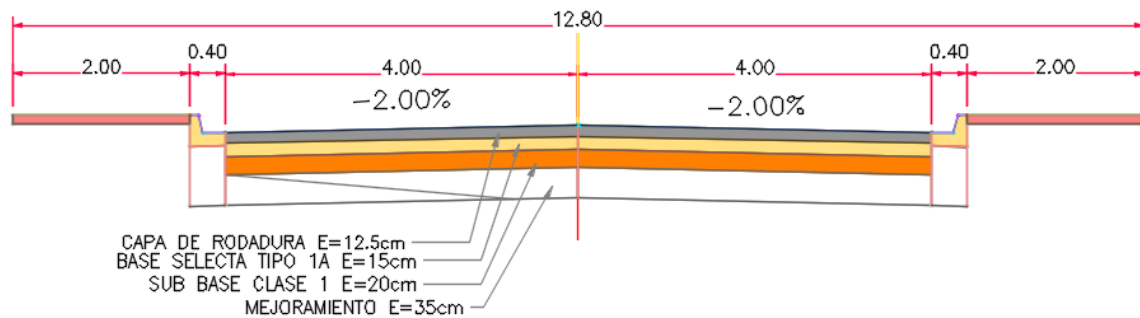
SECCION TIPICA-URBANA PEDRO VELEZ 3+820-4+040 - 4+280-4+520

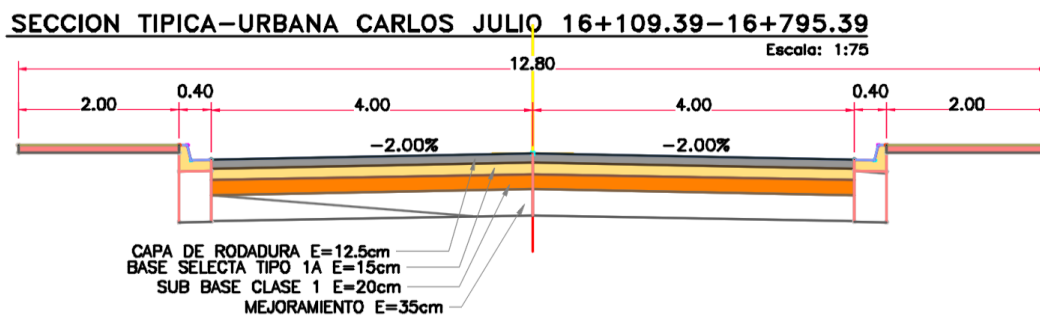
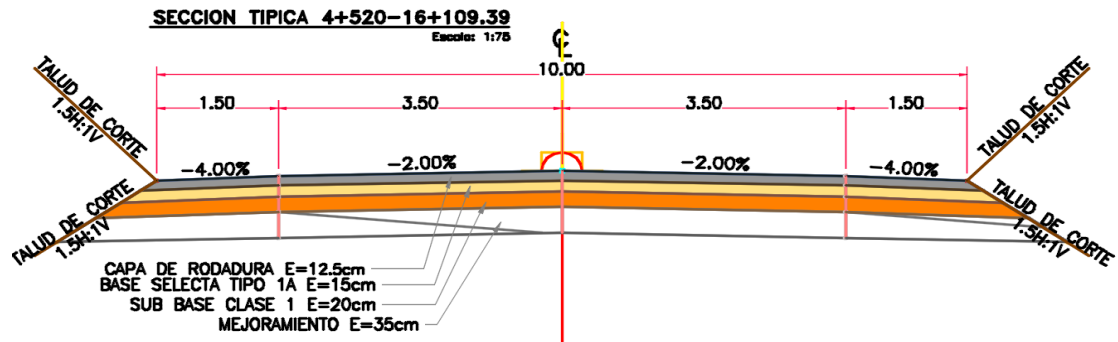
Escala: 1:75



SECCION TIPICA-URBANA PEDRO VELEZ 4+040 - 4+280

Escala: 1:75





7. CÁLCULO DE VOLUMEN

Una vez que se han calculado las áreas de las secciones transversales, se puede proceder a calcular el volumen correspondiente entre ellas.

El cálculo de los volúmenes para el movimiento de tierra, se lo hallará utilizando las siguientes fórmulas.

Cuando se consideran dos secciones iguales, ya sean de corte o de relleno, tendremos que:

$$V_C = (A_{C1} + A_{C2}) * D / 2$$

$$V_R = (A_{R1} + A_{R2}) * D / 2$$

Donde:

V= volumen en m³

A_C = Área de corte.

A_R = Área de relleno

D= distancia entre las dos secciones.

8. CONCLUSIONES:

- 1) La ejecución de este proyecto de la vía E30-PEDRO VELEZ-CARLOS JULIO AROSEMENA, beneficia a las comunidades existente y aledaña a lo largo de la vía, mejorando su estilo de vida y desarrollo comercial.
- 2) El nuevo trazado del diseño geométrico, en lo posible se ha tratado de conservar el eje actual de la vía, logrando así evitar expropiaciones y afectaciones de estructuras existentes, por tal motivo se establecieron espaldones de 1.50m, puesto que se encuentra dentro del derecho de vía.
- 3) La vía tiene un ancho de vía de 7.00 metros, espaldones de 1.50 metros, llegando a un ancho de plataforma de 10.00 metros.

9. RECOMENDACIONES:

Es necesario colocar señalización horizontal y vertical, que indique las direcciones, velocidades máximas en las diferentes curvas e ingreso a zona urbana y rural.

Se reubicará cuatro postes que se encuentran en el espaldón de la vía en las abscisas 15+490 – 15+555 – 15+618 – 15+910, se tendrá que hacerle una solicitud a la empresa eléctrica de El Empalme para que puedan atender lo solicitado para la construcción de la vía en el tramo de Carlos Julio Arosemena.

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
Ing. Juan Carlos Córdova N. Ing. Técnico en Diseño Vial	Ing. Víctor Chacón Franco Analista senior vial y tráfico	Ing. Jorge Carrillo Tutiven Director de estudios y fiscalización