

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**

**MPPP EDUCACIÓN SUPERIOR, CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**

**VÍAS I**

**Grupo N°4:**

**Carretera San Rafael de Mucuchíes**

GABRIELA ESMALIBETH ROJAS ORJUELA - V24552129

KATHERINE SCARLET TREJO MORA -V 22658545

SANCHEZ GUERRERO LUIS - V16983362

ANDRES DAVID ANDRADE MONTILLA - V22986218

## Índice

1. Memoria Descriptiva
2. Antecedentes
3. Impacto Ambiental
4. Estudio Socio Económico
5. Cálculos
  - Tabla Resumen de los tramos
  - Capacidad de la carretera
  - Curva Circular Simple
  - Curva Compuesta
  - Clotoide
6. Anexos
7. Conclusiones con relación al diseño realizado

## **Memoria descriptiva**

El diseño de una obra vial es muy complejo, es por ello que se debe realizar análisis exhaustivos de todos los factores que intervienen en ella. Algunos de estos factores son la topografía, hidrología, geología entre otros factores. Es por ello que se debe contar con varios especialistas en las materias mencionadas y no solo con un ingeniero vial.

Como primer objetivo de nuestro diseño vial se planteó poder darle acceso por medios vehicular a la zona del páramo los cuales no cuenta con acceso vial planificado, ya que solo presenta acceso en caminos improvisados los cual dificulta el desarrollo así como el transporte de productos agrícolas proveniente de dicha zona. Como Segundo objetivo se realizó un estudio que demuestra la factibilidad y rentabilidad de la riqueza turística de la zona la cual puede ser explotada al generar esta vía permitirá un importante impacto y desarrollo económico y turístico en la región.

Como factor importante en la dirección de la ruta fue la realización de sondeo detallado de la zona en estudio tanto de impacto ambiental y de las características topográficas geológicas y geomorfológicas, previo al analizar estudios hechos por la Universidad De Los Andes en colaboración con entes gubernamentales; lo cual proporciono varias alternativas de la cual se eligió la más ajustada a la norma venezolanas, además de los aspectos económicos que esta obra requerirá.

El diseño de la vía de San Rafael de Mucuchíes se basó en el diseño geométrico de una carretera de tipo montañoso con un comportamiento de vía principal, donde dicha carretera posee una longitud aproximada de 4636,42 metros.

Dicha carretera incluye un canal por sentido con hombrillo externo para garantizar que el volumen de vehículos con el cual se ha proyectado a 15 años para

1318 veh/h circule de manera favorable, cumpliendo con las especificaciones para la cual hemos diseñado de velocidad proyecto de 60 km/h en todo su recorrido cumpliendo con los lineamientos de la norma venezolana que recomienda velocidades entre (50 a 80) km/h para terreno montañoso.

En este sentido, la vía se ha proyectado para cumplir con un nivel de **servicio c** a futuro, evitando congestión vehicular de los volúmenes que se espera transitar por la vía.

El alineamiento horizontal de esta vía consta de curvas simples, una curva circular compuesta y una clotoide que se ajusta a la velocidad de proyecto, diseñadas para que exista una perfecta coordinación entre estas curvas así como entre los alineamientos verticales y horizontales, ya que este es un aspecto fundamental en nuestro diseño.

Para el alineamiento vertical, aspecto fundamental tomado en cuenta para nuestro diseño ha sido la seguridad, característica en donde las curvas cumplen con la longitud suficiente para que los conductores puedan realizar maniobras respectivas de recuperación en caso de ser necesario, tomando como fundamento base la seguridad del conductor. La rasante que se generó se ajustó lo más cercano posible al terreno sin generar pendientes menores al 0.5% por razones de drenaje, además las pendiente de los tramos de la vía no superan el 12% cumpliendo con los estándares y normativas venezolanas.

## **Antecedentes**

Por San Rafael de Mucuchíes pasa la carretera Trasandina o Troncal 7 según el sistema de numeración, que es la principal vía que atraviesa los Andes venezolanos, ella se extiende por 1.529 km de longitud partiendo desde la ciudad de Caracas en el centro del país hasta la ciudad de San Antonio del Táchira en la frontera con Colombia recorriendo la cordillera de la Costa y la cordillera de los Andes atravesando los estados Táchira, Mérida, Trujillo, Lara, Yaracuy, Carabobo, Aragua, Miranda y el Distrito Capital. Fue construida durante el gobierno de Juan Vicente Gómez siendo inaugurada el 24 de julio de 1925.

La carretera es construida como parte del plan nacional de carreteras adelantado por el gobierno del presidente Juan Vicente Gómez, en su construcción participan una importante cantidad de presos. La carretera significa un gran impacto para la época por cuanto por vez primera logra unir a los estados andinos con el resto del país facilitando así, entre otras cosas, el traslado de fuerzas del ejército para hacer frente a las rebeliones que afectaban la zona generalmente.

## **Impacto ambiental**

La planificación de la carretera debe mantener un equilibrio, en cuanto a las consecuencias negativas que la construcción de la misma produzca y que cumplan al mismo tiempo con la conservación de las especies de un área dada, de modo que se genere la menor deforestación y destrucción del medio posible.

La carretera que se ha diseñado para suplir la necesidad de una ruta recreacional en la zona del páramo de Mucuchíes, mantiene un equilibrio en cuanto a los volúmenes de relleno y los volúmenes de corte, lo que reduce los costos en la misma y al mismo tiempo reduce los movimientos de tierra que serían necesarios de no existir un equilibrio en cuanto a estos volúmenes y produciendo de esta forma una mayor destrucción de zonas para remoción de relleno, es importante destacar que por la ubicación de la carretera, la velocidad de proyecto y el tipo de vegetación, la construcción de la misma nos permite garantizar el menor impacto a la zona, reduciendo gracias a las bajas velocidades los accidentes que puedan generar los animales de la zona al intentar cruzar las vías y la inmigración de los mismo a causa del ruido que generen los automóviles.

Debido a que en el diseño de la vía no se encuentra arroyos, ríos, ni medios acuíferos, podemos resaltar que desde este punto de vista se reduce en casi su totalidad el impacto en el medio acuífero, sin embargo, debido a las modificaciones al drenaje natural por medio de la implementación de cunetas y sistemas de drenajes internos, para el mejoramiento y preservación de la vía, puede decir que es la mínima modificación ambiental en la que repercute la construcción de la vía en el medio acuífero.

La construcción de la vía solo requeriría de un tramo de 4kilometros lo que reduce el impacto ambiental debido a que la remoción de las zonas vegetales-boscosas serían pequeñas.

Es responsabilidad principal de los ingenieros civiles construir de manera sustentable, minimizando el impacto ambiental en todas las fases del ciclo de vida de dichos proyectos.

## **Estudio socio económico**

La proyección de la nueva vía en San Rafael de Mucuchíes, traerá consigo múltiples beneficios a la comunidad del sector, en primer lugar gracias a la construcción este nuevo eje vial se podrán desarrollar aproximadamente: 80 Ha destinadas a la construcción de espacios residenciales, 12 Ha para áreas comerciales y finalmente 18 Ha para el sector agro-industrial. Permitiendo de esta manera que la población de Mucuchíes se distribuya de una manera más uniforme, evitando así la aglomeración y todos los problemas que ella conlleva.

Por otra parte es importante resaltar que el turismo en la región se impulsara en gran medida, gracias a esta nueva vía, ya que por su: ubicación privilegiada en los andes venezolanos, métodos de construcción y diseño geométrico, la misma ofrece viajes tranquilos y seguros para todas las personas que deseen hacer turismo en la zona o que solo se encuentren de paso para dirigirse a otras zonas del país. Esto podría significar, a futuro, un auge del sector hotelero y de servicios en la región, dado que las personas que deseen apoyar el turismo en Mucuchíes, podrán invertir con mayor seguridad ayudando así a disminuir el desempleo en la región.

En cuanto a la inversión que se debe ejecutar para el desarrollo esta importante obra civil, no son muy elevados, ya que su diseño de carretera de un canal por sentido la hace relativamente económico en comparación a otras vías. Además según los estudios de vialidad que se realizaron con anterioridad es posible asegurar que la vía estará a plenitud de condiciones incluso con una proyección de 15 años



## Cálculos

Punto	N	E	Q (m)	$\Delta Q$ (m)	m (%)	$D_H$ (m)	L (m)
P1	968115	297110	3997.22				
				22.22	5.74	300	300.82
A	968400	296990	3975				
				25	8.33	300	301.04
B	968500	296710	3950				
				25	8.33	300	301.04
C	968570	296415	3925				
				25	8.33	300	301.04
D	968420	296155	3900				
				25	8.33	300	301.04
E	968485	296020	3875				
				25	8.33	300	301.04
F	968875	296245	3850				
				50	10	500	502.49
G	969090	296700	3800				
				50	10	500	502.49
H	969355	296270	3750				
				50	8.33	600	602.08
I	969420	295670	3700				
				25	8.33	300	301.04
J	969240	295425	3675				
				25	5.81	470	470.66
K	969770	295425	3650				
				25	7.81	320	320.98
L	968885	295130	36250				
				11.88	3.71	320	320.22
P2	968975	294820	3636.88				

Tabla N°1

$$\sum L \approx 4825.98 \text{ m}$$

### Capacidad de la carretera

Se realizara un estudio de la capacidad de la carretera con una proyección de 15 años, esperando obtener un nivel de servicio nivel c o menor, esto con el fin de realizar una carretera lo más económicamente viable para la comunidad de San Rafael de Mucuchíes

### Calculo del volumen de tráfico futuro

$$V = PDT * K = 5000 * 0.12 = 600 \text{ veh/Hr}$$

- Crecimiento normal del volumen

$$\begin{aligned} V_{normal} &= V * (1 + \text{crecimiento})^{\text{años}} - V = 600 * (1 + 0.028)^{15} - 600 \\ &= 308 \text{ veh/Hr} \end{aligned}$$

Volumen inducido

$$V_{inducido} = (V + V_{normal}) * Induccion = (600 + 308) * 0.12 = 109 \text{ veh/Hr}$$

- Volumen Comercial , Residencial e Industrial (Td)

$$Td_{comercial} = Ha * \frac{\text{Viajes}}{Ha * \text{dia}} * K = 12 * 20 * 0.12 = 29 \text{ veh/Hr}$$

$$Td_{residencial} = 240 \text{ veh/Hr}$$

$$Td_{industrial} = 32 \text{ veh/Hr}$$

$$VHP = V + V_{normal} + V_{inducido} + Td_{comercial} + Td_{residencial} + Td_{industrial}$$

$$VHP = 600 + 308 + 109 + 29 + 240 + 32 = 1318 \text{ veh/Hr}$$

- Volumen Direccional

$$VHP_d = VHP * 0.7 = 1318 * 0.7 = 923 \text{ veh/Hr}$$

#### Calculo de carretera multicanal:

Se trata de una carretera de 2 canales por sentido, que se analizara como un segmento general ya que todos sus tramos cumplen con la condición de que  $m > 3\%$  y  $L < 0.8 \text{ km}$  o  $m \leq 3\%$  y  $L \leq 1.6 \text{ km}$

- Calculo de la velocidad de flujo libre

$$FFS = BFFS - f_{lw} - f_{lc} - f_m - f_a = 85 - 10.6 - 8.7 - 2.6$$

$$FFS = 63.1 \text{ km/Hr}$$

- Calculo del Volumen ajustado

$$f_{hv} = \frac{100}{100 + P_t(E_t - 1) + P_r(E_r - 1)}$$

$$f_{hv} = \frac{100}{100 + 2(4.5 - 1)} = 0.935$$

$$V_p = \frac{VHP_d}{PHF * N * f_{hv} * f_p} \qquad V_p = \frac{923}{0.85 * 2 * 0.935 * 1}$$

$$V_p = 581 \text{ veh}/\text{Hr}$$

Intersectando los valores obtenidos para determinar el nivel de servicio de la carretera observamos que:

- Determinación del nivel de servicio de la carretera

Para un  $FFS = 63.1 \text{ km}/\text{Hr}$  y un volumen ajustado de  $V_p = 581 \text{ veh}/\text{Hr}$  obtenemos un **nivel de servicio tipo B**

Debido a que no cumple con nuestras expectativas de diseño, procedemos a realizar los cálculos de nivel de servicio con las tablas de carreteras de dos canales

### Calculo de carretera de un canal por sentido

- Calculo de la velocidad de flujo libre (*FFS*)

$$FFS = BFFS - f_{ls} - f_a = 85 - 0 - 0$$

$$FFS = 85 \text{ km/Hr}$$

Asumiendo: ancho de canal= 3,6m, ancho de hombrillo= 2m obtendremos factor de ajuste por ancho de canal ( $f_{ls}=0$ ) y factor de ajuste por puntos de acceso ( $f_a=0$ ) asumiendo que la carretera no posee puntos de acceso.

- Calculo de la velocidad promedio de recorrido (*ATs*)

$$ATs = FFS - 0.0125Vp - f_{np}$$

Primero es necesario calcular la tasa de flujo en ambos sentidos (*Vp*)

$$Vp = \frac{V}{f_{lp} * Fg * FHV}$$

$$FHV = \frac{100}{100 + Pt(Et - 1) + Pr(Er - 1)} = \frac{100}{100 + 2(1.5 - 1) + 0} = 0.990$$

$$Vp = \frac{1318}{0.85 * 0.99 * 0.99} = 1582 \text{ veh/h}$$

Comparando la tasa de flujo

$$Vp * D = 1582 * 0.70 = 1107 \text{ veh/h} < 1700 \text{ veh/h}$$

Como es menor que  $1700 \text{ veh/h}$  podemos seguir calculando la capacidad de la carreta

- Ajuste por zona de no adelantamiento (*FNP*)

$$f_{np} = 1.7 \text{ km/h}$$

$$ATS = 85 - 0.0125 * (1582) - 1.7 = 63.5 \text{ km/h}$$

- Porcentaje de tiempo en seguimiento (*PTSF*)

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np}$$

- Tasa de Flujo

$$Vp = \frac{V}{f_{np} * Fg * FHV} = \frac{1318}{0.85 * 1 * 1} = 1551 \text{ veh/h}$$

Factor de ajuste por pendiente  $Fg = 1$

$$FHV = \frac{100}{100 + Pt(Et - 1) + Pr(Er - 1)} = \frac{100}{100 + 2(1 - 1) + 0} = 1$$

Comparando la tasa de flujo

$$Vp * D = 1551 * 0.70 = 1086 \text{ veh/h} < 1700 \text{ veh/h}$$

- Porcentaje de tiempo en seguimiento (*PTSF*)

$$BPTSF = 100(1 - e^{(-0.000879vp)}) = 100(1 - e^{(-0.000879*1551)})$$

$$BPTSF = 74.4\%$$

Ajuste por efecto combinado de distribución por sentido y porcentaje de zona de no adelantamiento sobre el porcentaje de tiempo en seguimiento (ambos sentidos)  $\frac{f_d}{np}$

$$\frac{f_d}{np} = 6.4\%$$

$$PTSF = BPTSF + \frac{f_d}{np} = 74.4 + 6.4 = 80.8\%$$

- Determinación del nivel de servicio de la carretera

Según criterio para nivel de servicio de carretera 2 canales tipo II; es un **nivel de servicio D** si el  $70\% < PTSF < 85\%$  Por lo tanto nuestro nivel de servicio es D ya que se encuentra en el rango mencionado cuyo valor es  $PTSF = 80,5\%$

**Cálculos Curva Circular Simple (CCS)**

Punto	N	E	D	$\varphi$
J	969240	295425		
			470	180°
K	969770	295425		
			320	111°3'43"
L	968885	295130		

**Tabla N°2**

- Calculo del ángulo de deflexión

$$\Delta = 180^\circ - \alpha \quad \Delta = 180^\circ - 68^\circ 56' 17'' \quad \Delta = 111^\circ 3' 43''$$

Se procederá a calcular los elementos de la CCS con un radio de 100m correspondiente a una velocidad máxima de  $60 \text{ km} / \text{Hr}$

- Calculo de la sub tangente de la curva

$$T = R * Tg\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad T = 100 * Tg\left(\frac{111^\circ 3' 43''}{2}\right) \quad T = 145,670m$$

- Calculo de la longitud de la curva

$$L_c = \frac{\pi * R * \Delta}{180^\circ} \quad L_c = \frac{\pi * 100 * 111^\circ 3' 43''}{180^\circ} \quad L_c = 193,840m$$

- Calculo de la Cuerda Larga

$$C_l = 2R * Sen\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad C_l = 2 * 100 * Sen\left(\frac{111^\circ 3' 43''}{2}\right) \quad C_l = 164,886m$$

- Calculo del centro de la curva



$$C_c = 2R * \text{Sen}\left(\frac{\Delta}{4}\right) \quad C_c = 2 * 100 * \text{Sen}\left(\frac{111^{\circ}3'43''}{4}\right) \quad C_c = 93,171m$$

- Calculo de la Externa

$$E = R * \left(\text{Sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right) \quad E = 100 * \left(\text{Sen}\left(\frac{111^{\circ}3'43''}{2}\right) - 1\right) \quad E = 76.691m$$

- Calculo de la Mediana

$$M = R * \left(1 - \text{Cos}\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right) \quad M = R * \left(1 - \text{Cos}\left(\frac{111^{\circ}3'43''}{2}\right)\right) \quad M = 43.404m$$

**Peralte**

Puntos	Q (m)	D <sub>H</sub> (m)
L	3625	
		470
K	3650	
		320
J	3675	

**Tabla N°3**

$$ST = 145.670 m \quad A_c = 3.60 m \quad B = 2\%$$

$$L_c = 193,840 m \quad R_c = 100 m \quad Ltp = 166.667 m$$

$$Ltp = 60 \quad n = 12$$

Según tabla norma venezolana para  $R_c = 100 m$  el  $P = 10\%$

$$LTB = 3,6 * 0.02 * 166,667$$

Calculo de la altura de bombeo

$$H_b = 3.60 * 0.02 = 0.072 \text{ m}$$

$$H_p = 3.60 * 0.1 = 0.36 \text{ m}$$

Progresiva de los puntos característicos de la curva circula simple

$$Prog_L = 0 + 325,000$$

Longitud desde el punto L hasta el punto TC  $\overline{L-Tc} = 0 + 170,000$

Algunos ejemplos de cálculo

$$Prog_{tc} = Prog_L + \overline{L-Tc} = (0 + 325,000) + (0 + 170,000) = 0 + 490,000$$

$$Prog_{P5} = Prog_{P4} + \frac{1}{3}LTP = (0 + 490,000) + 20 = (0 + 510,000)$$

$$Prog_{cc} = Prog_{P4} + \frac{1}{2}L_c = (0 + 490,000) + 96,22 = 0 + 586,920$$

<b>Pto</b>	<b>Progresivas</b>	<b>QEje (m)</b>	<b>QBE (m)</b>	<b>QBI (m)</b>	<b>Punto dentro de la curva</b>
1	0+438,000	3633,781	3638,352	3638,352	Pctb
2	0+450,000	3634,718	3638,28	3638,208	Pctp
3	0+462,000	3635,655	3635,727	3635,583	Psu
4	0+490,000	3638,280	3637,192	3636,532	TC
5	0+510,000	3637,842	3638,640	3637,792	Pttp
5'	0+663,840	3642,719	3643,079	3646,859	
4'	0+683,840	3643,881	3644,329	3490,541	CT
3'	0+711,840	3645,508	3645,58	3542,647	
2'	0+723,840	3646,205	3646,277	3590,500	
1'	0+735,840	3646,902	3638,352	3638,352	

**Tabla N°4****Visibilidad**

Basando en la norma venezolana y considerando una velocidad de proyecto de 40km/h la DVF: 50m, para valores tabulados en la misma

**Cálculos Curva Circular Compuesta (CCC)**

Punto	N	E	D <sub>H</sub> (m)	φ
c	968570	296415		
			300	240°1'6"
d	968420	296155		
			300	333°0'15"
e	968485	296020		
			300	49°49'15"
f	968875	296245		

**Tabla N°5**

Se Determinó el ángulo de deflexión entre alineaciones

$$\Delta_1 = \varphi_{de} - \varphi_{cd} \quad \Delta_1 = 333^\circ 0' 15'' - 240^\circ 1' 6'' \quad \Delta_1 = 92^\circ 59' 9''$$

$$\Delta_2 = 360^\circ - \varphi_{de} + \varphi_{ef} \quad \Delta_2 = 360^\circ - 333^\circ 0' 15'' + 49^\circ 49' 15'' \quad \Delta_2 = 76^\circ 49' 0''$$

A continuación se escogió un radio de curva conveniente de  $R_{c1} = 150m$  y se procedió a calcular la subtangente

$$t_1 = R_{c1} * Tg\left(\frac{\Delta_1}{2}\right) \quad t_1 = 150 * Tg\left(\frac{92^\circ 59' 9''}{2}\right) \quad t_1 = 158,028 \text{ m}$$

La distancia para la subtangente de la otra curva será

$$t_2 = D_{ed} - t_1 \quad t_2 = 300 - 158,028 \quad t_2 = 141,972m$$

El radio de la segunda curva se obtendrá

$$R_{c2} = \frac{t_2}{Tg(\frac{\Delta_2}{2})} \quad R_{c2} = \frac{141,972}{Tg(\frac{76^{\circ}49'0''}{2})} \quad R_{c2} = 179,071 \text{ m}$$

**Cálculos de la curva Clotoide**

A continuación se mostraran los cálculos realizados para el diseño de la curva clotoide

Punto	N	E	D <sub>H</sub> (m)	φ
F	968875	296245		
			500	64°31'57''
G	969090	296700		
			500	122°0'20''
H	969355	296270		

**Tabla N°6**

Primero es necesario determinar el azimut entre alineaciones

$$\Delta N = D_{F-G} * \cos\varphi_{F-G} \quad \varphi_{F-G} = \cos^{-1}\left(\frac{\Delta N}{D_{F-G}}\right)$$

- Alineación F-G

$$\varphi_{F-G} = \cos^{-1}\left(\frac{969090-968875}{500}\right) \quad \varphi_{F-G} = 64^{\circ}31'57''$$

- Alineación G-H

$$\varphi_{G-H} = \cos^{-1}\left(\frac{969090-969355}{500}\right)$$

$$\varphi_{G-H} = 122^{\circ}0'20''$$

- Calculo del Angulo  $\alpha$

$$\alpha = \varphi_{G-H} - \varphi_{F-G} \quad \alpha = 122^{\circ}0'20'' - 64^{\circ}31'57''$$

$$\alpha = 57^{\circ}28'23''$$

- Calculo del Angulo  $\Delta$

$$\Delta = 180^{\circ} - \alpha \quad \Delta = 180^{\circ} - 57^{\circ}28'23''$$

$$\Delta = 122^{\circ}31'37''$$

Ahora es necesario determinar la longitud de la espiral  $L_e$ , para: peralte  $P = 10\%$ , velocidad de proyecto  $V_p = 60 \text{ km/hr}$  y ancho de canal  $a = 3.6 \text{ m}$

$$\checkmark L_e \geq 30 \text{ m}$$

$$n = \frac{200}{3} + \frac{5}{3} * V_p \quad n = \frac{200}{3} + \frac{5}{3} * 60$$

$$n = 166.667$$

$$\checkmark L_{LTP} = a * n * p \quad L_{LTP} = 3.6 * 0.1 * 166.667$$

$$L_{LTP} = 60 \text{ m}$$

$$\checkmark L_e \geq 0.0522 * \frac{V_p^3}{100} - 6.64 * V_p * P \quad L_e \geq 0.0522 * \frac{60^3}{100} - 6.64 * 60 * 0.1$$

$$L_e \geq 72.912 \text{ m}$$

- Cálculo del ángulo  $\theta_e$

$$\theta_e = \frac{L_e}{2R_c} \qquad \theta_e = \frac{72.912}{2 \cdot 100} \qquad \theta_e = 20^\circ 53' 16''$$

Es necesario conocer si existe o no la curva circular simple dentro de la clotoide

$$\gamma = \Delta - 2\theta_e \qquad \gamma = 122^\circ 31' 37'' - 2 * 20^\circ 53' 16'' \qquad \gamma = 80^\circ 45' 5''$$

Efectivamente la curva existe y se trata de una clotoide de enlace parcial

Seguidamente, compararemos los resultados obtenidos con la tabla de clotoide unitaria por medio de la relación

$$\frac{L_e}{R_c} = \frac{72.912}{100} = 0.729120$$

La relación  $\frac{L_e}{R_c}$  estudiada no aparece como un valor exacto en la tabla, por otra parte, debido a que los cálculos se realizaron en base a un  $L_{e_{min}}$ , se escogerá en la tabla el valor inmediatamente mayor

$$\frac{l_e}{r_c} = 0.729316$$

Hacer lo anteriormente descrito, produce a ahora se deba escoger un nuevo  $L_{e_{min}}$

$$L_e = 0.729316 * R_c$$

$$L_e = 0.729316 * 100 \text{ m}$$

$$L_e = 72.932 \text{ m}$$

- Cálculo del valor de la amplitud  $A$

$$A = \sqrt{L_e * R_c}$$

$$A = \sqrt{72.932 * 100}$$

$$A = 85.4$$

<b>Punto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Unitario* A (m)</b>
$L_e$	0.854000	72.932
$R_c$	1.170960	100
$X$	0.842714	71.968
$Y$	0.102824	8.781
$C_l$	0.848963	72.501
$K$	0.425114	36.305
$D$	0.025829	2.206
$T$	0.88195	75.320

**Tabla N°7**

$$\varphi_e = 6^\circ 57' 24''$$

$$\theta_e = 20^\circ 53' 36''$$

$$\gamma = 80^\circ 44' 25''$$

Longitud de la curva circular

$$L_{CCS} = \frac{R_c \pi \gamma}{180}$$

$$L_{CCS} = \frac{100 * \pi * 80^\circ 44' 25''}{180}$$

$$L_{CCS} = 140.918 \text{ m}$$



Longitud Total de la curva

$$L_T = L_{CCS} + 2L_e \quad L_T = 140.918 + 2 * 72.932 \quad L_T = 286.782 \text{ m}$$

- Calculo de la Sub Tangente Total

$$H = R_c + D \quad H = 100 + 2.206 \quad H = 102.206$$

$$\overline{AV} = H * Tg\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad \overline{AV} = 102.206 * Tg\left(\frac{122^\circ 31' 37''}{2}\right) \quad \overline{AV} = 186.400 \text{ m}$$

$$T_t = K + \overline{AV} \quad T_t = 36.305 + 186.400 \quad T_t = 222.705 \text{ m}$$

- Calculo del replanteo de un punto sobre la Clotoide

A partir del parámetro calculado  $A = 85.4$  sabemos que  $R = \frac{A^2}{L}$ , como el radio de la clotoide es infinito, asignaremos un valor cualquiera, que se encuentre dentro del rango  $0 \leq L_e \leq 72.932$ , por lo tanto escogiendo un valor de  $L_e = 50 \text{ m}$

$$R = \frac{85.4^2}{50} \quad R = 142.467 \text{ m}$$

Ahora por medio de la relación

$$\frac{l_e}{r_c} = \frac{50}{142.467} = 0.350958$$

Utilizando la tabla de clotoide unitaria, nos daremos cuenta que no aparece como un valor exacto dentro de esta, por lo que buscaremos el rango de valores donde se encuentre y procederemos a interpolar para hallar los valores que necesitamos, de esta forma:

Punto	Valor unitario	Valor unitario * A (m)
X	0.591744	50.530
Y	0.034780	2.970

Tabla N°8

**Peralte**

puntos	Q (m)	D <sub>H</sub> (m)
F	3850	
		500
G	3800	
		500
H	3750	

Tabla N°9

$$LT = 283,782 \text{ m} \quad A_c = 3.60 \text{ m} \quad B = 2\%$$

$$L_{ccs} = 140,918 \text{ m} \quad R_c = 100 \text{ m} \quad Ltp = 166.667 \text{ m}$$

$$Ltp = 60 \quad n = 12$$

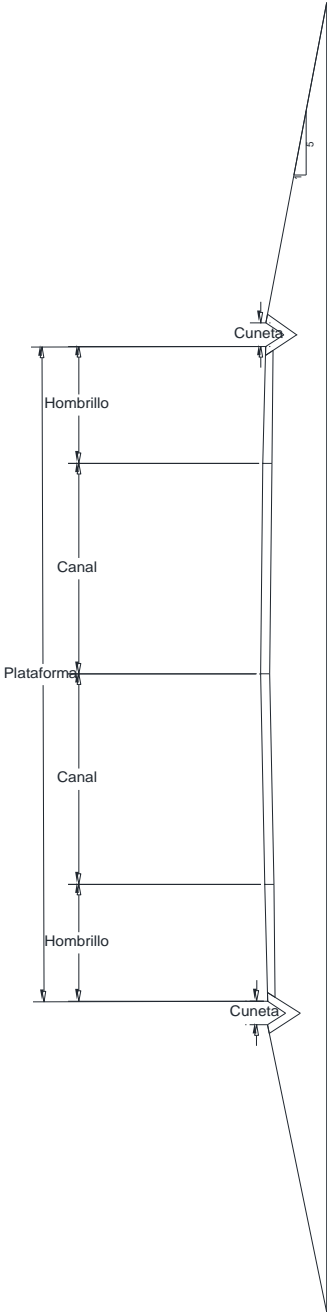
Pto	Progresivas	QEje	QBE	QBI	Condición dentro de la curva
PCTB	2+318,752	3785,291	3776,728	3776,728	
PCTP	2+389,211	3792,33	3778	377,928	TE,ET
PSU	2+459,670	3799,383	3779,272	3779,128	
PTTP	2+532,582	3806,674	3785,56	3784,84	TC

Tabla N°10

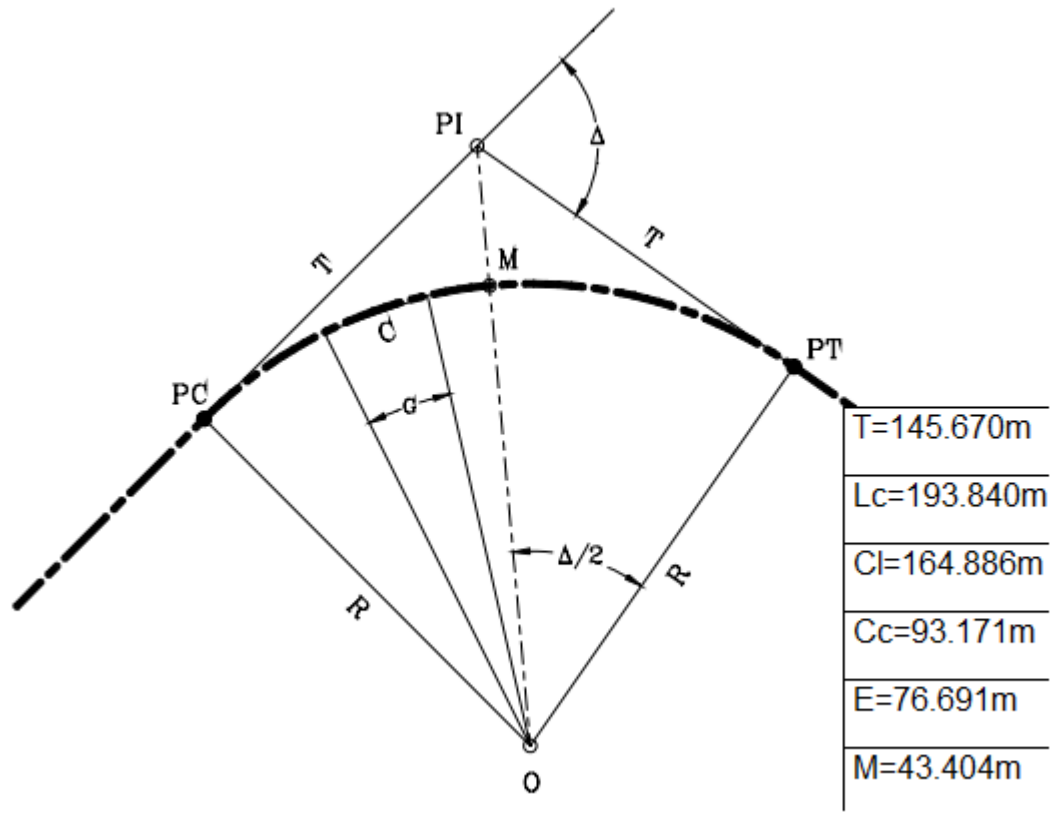
**Visibilidad**

Basando en la norma venezolana y considerando una velocidad de proyecto de 40km/h la DVF: 50m, para valores tabulados en la misma.

# **ANEXOS**



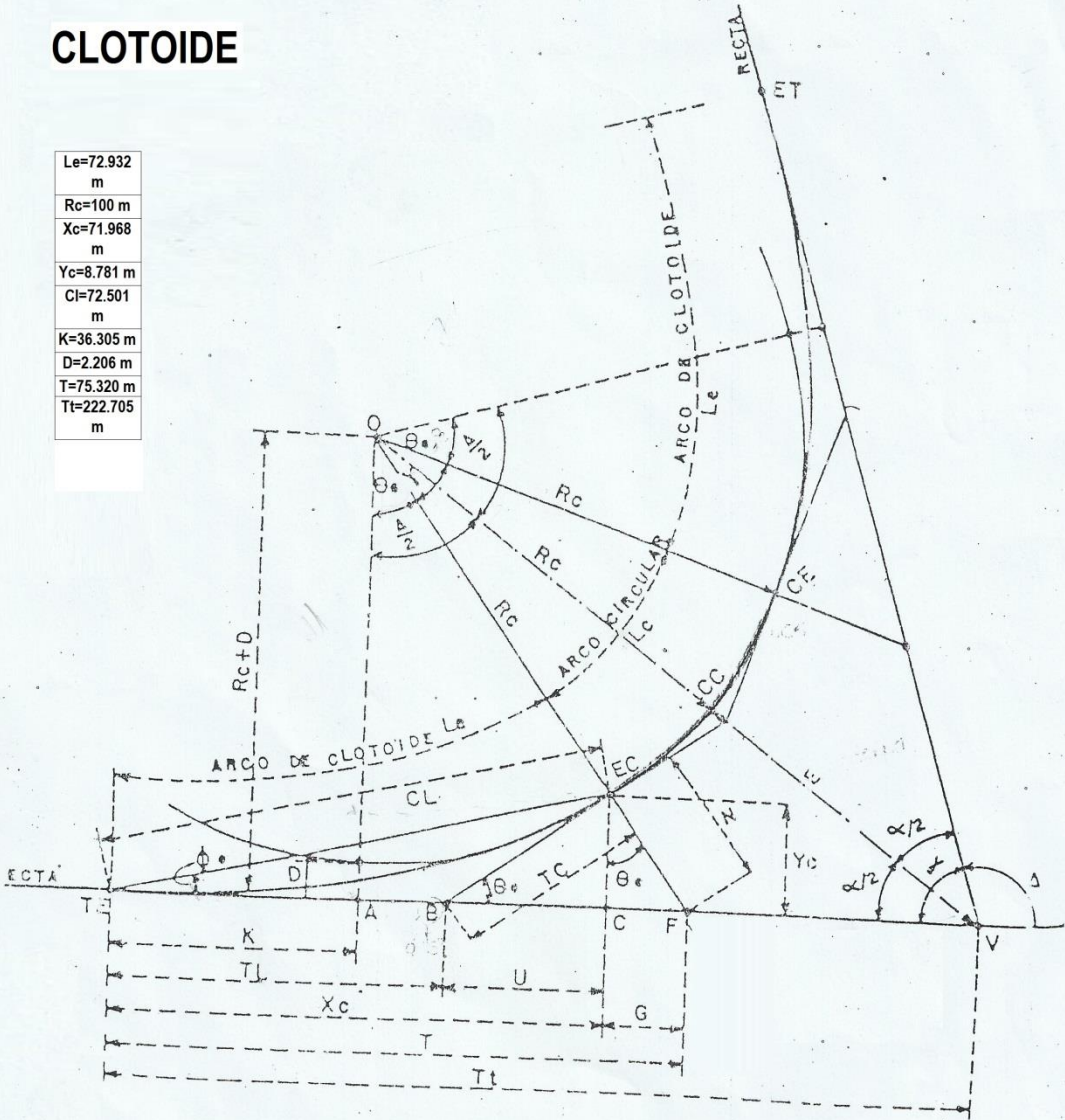
**Seccion transversal de la carretera**



**Curva circular simple**

# CLOTOIDE

Le=72.932
m
Rc=100 m
Xc=71.968
m
Yc=8.781 m
Cl=72.501
m
K=36.305 m
D=2.206 m
T=75.320 m
Tt=222.705
m



Clotoide

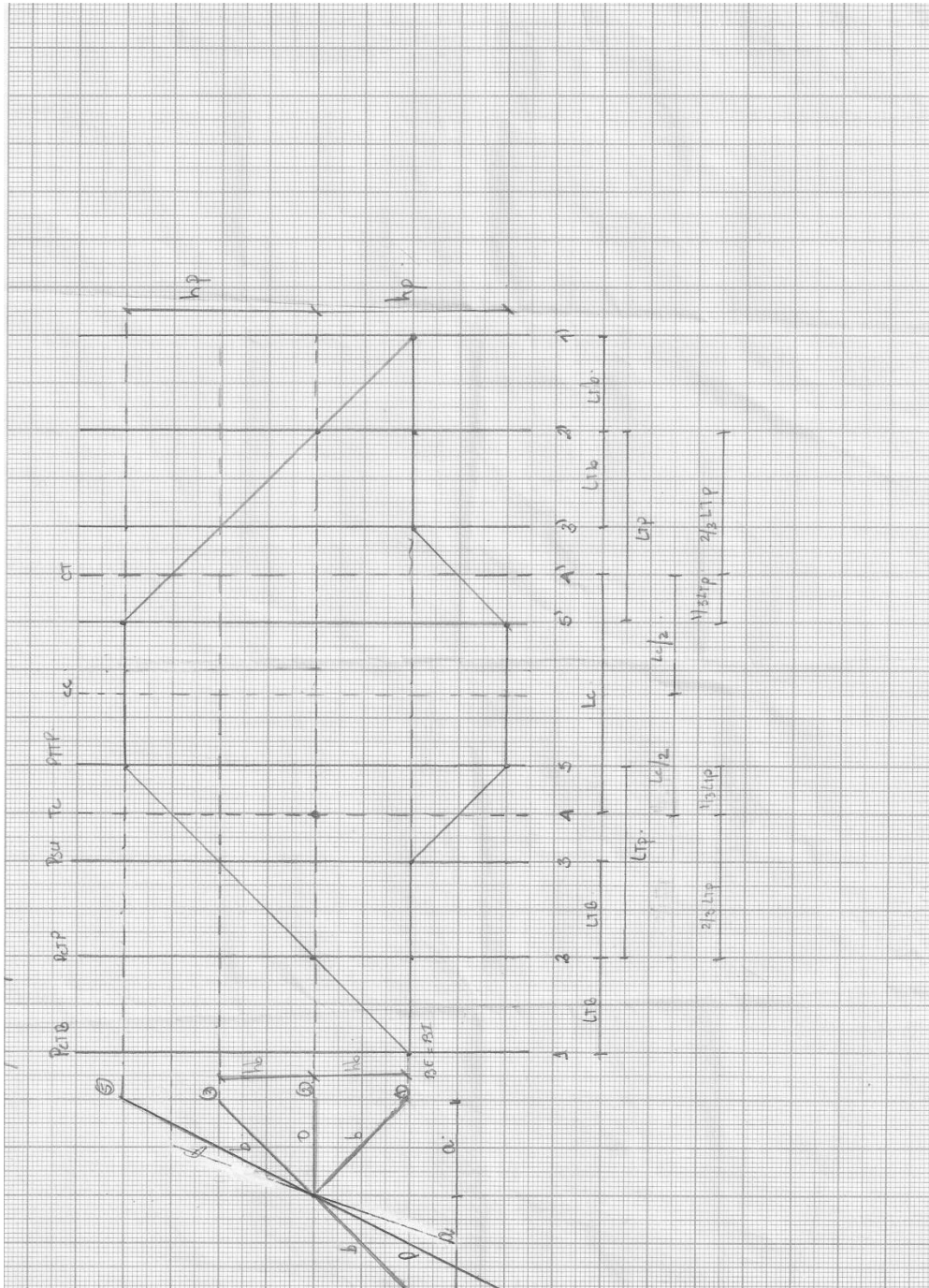


Diagrama de transición de peralte de la CCS





### **Conclusiones con relación al diseño realizado**

Para la selección de la ruta se empleó el método de bruce que considera como criterios la pendiente y la longitud de la misma entre tramos, las cuales, se modificaron debido a inconvenientes propios de la topografía. Dichas pendientes se modificaron con el fin de cumplir con la norma venezolana y por consiguiente no afectar al diseño de la vía.

En cuanto a la sección transversal de la vía presenta 2 canales de 3.6 m de longitud cada uno, el hombrillo es 2m y se encuentra a cada lado de la calzada, finalmente cunetas tipo d , escogida debido a las bajas precipitaciones que presenta la zona del páramo merideño . Con esto tenemos una longitud final para la carretera de aproximadamente 12.4 m

Cabe destacar que por ser un terreno montañoso, se tomó como velocidad de proyecto 60 km/h y radio mínimo de 100m con la finalidad de cumplir con las longitudes mínimas entre curvas y distancia entre puntos de inflexión

La realización de cualquier vía es posible si se cuenta con los recursos económicos para los mismos así como la voluntad política de los entes gubernamentales. Los estudios realizados son necesarios siguiendo la normativa para realizar la carretera y probar su factibilidad en cuanto a seguridad, apariencia, confort y costos.

Finalmente observamos que la vía diseñada además de cumplir con la normativa permite al conductor contemplar de manera placentera el paisaje que nos regala el páramo merideño aspecto importante y tomado en cuenta en nuestro diseño para el desarrollo económico-turístico del estado Mérida.