



## **Anejo Nº2**

### **TRAZADO**

AUTOR: CIURANA SUBIELA, ROBERTO

TUTOR: CUADRADO TARODO, ÁLVARO

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

2018-2019



## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>	<b>APÉNDICE I MODIFICACIONES LIMITACIONES CLOTOIDES .....</b>	<b>7</b>
1.1. SITUACIÓN ACTUAL .....	3	1. RECTA INTERMEDIA > 400m .....	8
1.2. OBJETO .....	3	2. RECTA INTERMEDIA ≤ 400m .....	8
1.2. INFORMACIÓN .....	3	<b>APÉNDICE II TRAZADO PROPUESTO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. GENERALIDADES .....</b>	<b>3</b>	1. Planta del Tronco Eje 1 .....	10
2.1. DENOMINACIÓN DE LA CARRETERA .....	3	2. Planta del Tronco Eje 2 .....	10
2.1. ADAPTACIÓN AL TRÁFICO .....	3	3. Alzado del Tronco Eje 1 .....	11
<b>3. CRITERIOS DEL TRAZADO .....</b>	<b>3</b>	4. Alzado del Tronco Eje 2 .....	11
3.1. PLANTA .....	4	<b>APÉNDICE III COMPROBACIONES TRAZADO PROPUESTO .....</b>	<b>12</b>
3.1.1. RECTAS .....	4	1. Planta del Tronco Eje 1 .....	13
3.2.1. CURVAS CIRCULARES .....	4	2. Planta del Tronco Eje 2 .....	14
3.2.2. CURVAS DE TRANSICIÓN .....	4	3. Alzado del Tronco Eje 1 .....	15
3.2.3. COORDINACIÓN DE RADIOS CONSECUTIVOS .....	4	4. Alzado del Tronco Eje 2 .....	15
3.2. ALZADO .....	4	<b>APÉNDICE IV COORDINACIÓN PLANTA – ALZADO .....</b>	<b>16</b>
3.2.1. INCLINACIÓN .....	5	1. Primer acuerdo Eje 1 .....	17
3.2.2. ACUERDOS VERTICALES .....	5	2. Segundo acuerdo Eje 1 .....	18
3.3. COORDINACIÓN PLANTA-ALZADO .....	5	3. Primer acuerdo Eje 2 .....	19



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, en la zona de estudio existe una carretera de tamaño pequeño (Calle ronda), que se podría catalogar como camino, que conecta la CV-375 con la calle Guillermo Roch. Esta última conecta a la CV-3690 a través de una intersección tipo glorieta.

### 1.2. OBJETO

Debido a las deficiencias en lo que respecta a la seguridad vial de este camino y a la comodidad de conducción se ha decidido realizar un nuevo trazado paralelo a este.

Por lo que, el objeto del presente anejo será el de analizar la situación actual donde se encontrará el nuevo tramo para así poder definir correctamente los parámetros del trazado geométrico tanto en planta como en alzado.

### 1.2. INFORMACIÓN

Para el desarrollo de este documento se han seguido las pautas y comprobaciones definidas en la siguiente norma:

- Norma 3.1 Trazado, de la Instrucción de Carreteras.

Por otro lado, para el diseño del nuevo trazado se ha utilizado el programa AutoCAD Civil 3D, en el cual se ha implementado un archivo MDT para así modelizar el terreno.

## 2. GENERALIDADES

### 2.1. DENOMINACIÓN DE LA CARRETERA

Las carreteras se pueden dividir en tres grupos diferentes. Estos difieren en la velocidad de proyecto.

En este caso, una carretera convencional con una velocidad de proyecto estipulada en 70 km/h, queda dentro del Grupo 3. Estas carreteras se caracterizan por ser de calzada única y doble sentido de circulación, con carriles de 3.5 metros y arcén de mínimo 1.5 metros para el exterior y de 1 metro para el interior.

### 2.1. ADAPTACIÓN AL TRÁFICO

En el Anejo 3. Planeamiento y Tráfico se calculó la demanda de tráfico en los años de puesta en servicio y puesta en obra, así como también las clases de servicio correspondientes.

Es importante contrastar esta información obtenida con el nivel de servicio mínimo que establece la Norma 3.1 en la el apartado 7.3.

Como se puede observar en el punto 3.3 del mismo Anejo 3, cumple esta condición nuestra carretera al tener un nivel de servicio mínimo en el año horizonte de clase D y siendo el mínimo establecido la clase E.

## 3. CRITERIOS DEL TRAZADO

El trazado del camino establecido actualmente presenta varios aspectos negativos los cuales imposibilitan su rehabilitación para absorber todo el

tráfico previsto, así como para intentar adoptar las condiciones que conlleven la velocidad de proyecto establecida. Por esto, se ha decidido dejarlo como vía de acceso a los campos de la zona inferior, además de vía ciclopeatonal.

### 3.1. PLANTA

Una vez decidido por donde discurrirá aproximadamente el trazado del tramo de estudio, este deberá cumplir los criterios determinados en la Instrucción de Carreteras.

Algo a tener en cuenta es que la normativa no permite, en trazados de nueva planta, la existencia de clotoides asimétricas. Es por esto, por lo que se ha realizado la transición de las curvas circulares a las rectas mediante clotoides simétricas dos a dos.

Como se ha comentado previamente, la velocidad de proyecto establecida en la carretera es de 70 km/h. Esta va a ser la que establezca la mayoría de las limitaciones que deberán cumplir la carretera.

#### 3.1.1. RECTAS

Longitud		
Máx	Mín Curva S	Mín Curva C
1169	97	195

Tabla 1: Limitaciones en rectas (Norma 3.1-IC)

Estas limitaciones son las que deberán cumplir las rectas de nuestro trazado.

### 3.2.1. CURVAS CIRCULARES

De acuerdo al punto 4.3 de la Instrucción de Carreteras, las curvas circulares deberán estar definidas por un **radio** de al menos **190 metros**.

### 3.2.2. CURVAS DE TRANSICIÓN

Con respecto a las clotoides, la norma recurre a unas limitaciones que relacionan los parámetros y longitudes de estas con el radio de la curva a la que pertenece y los perales de entrada y salida de la propia clotoide.

Para que no se trate de una lectura pensada, se ha decidido no exponer todas las limitaciones a cumplir en este documento y apoyarse en una hoja de Excel introduciendo las ecuaciones en esta para así verificar el cumplimiento de todas. Por si es de interés, mencionar que estas se encuentran en el punto 4.4.3 de la Norma 3.1-IC.

### 3.2.3. COORDINACIÓN DE RADIOS CONSECUTIVOS

Finalizando las comprobaciones en planta, se tendrá en cuenta también que los radios de cada curva estén dentro de los límites definidos por la coordinación de radios consecutivos.

En este caso, se realizarán ciertas modificaciones a las comprobaciones estipuladas por la instrucción, las cuales se mostrarán en el Apéndice I.

### 3.2. ALZADO

Tan importante es la planta como el alzado, por eso, a continuación, se mostrarán las condiciones que impone la instrucción en cuestión de alzado.

### 3.2.1. INCLINACIÓN

En el punto 5.2.1 de la Norma, se define que para una carretera convencional con  $V_p$  de 70 km/h, la inclinación máxima será de 6%, siendo la excepcional de 8% y la mínima de 0.5% (excepcional de 0.2%).

### 3.2.2. ACUERDOS VERTICALES

Los acuerdos verticales necesitan limitaciones para así ofrecer una mayor comodidad y seguridad al conductor. Existen dos parámetros de los acuerdos limitados por la norma.

Uno de ellos es la longitud del acuerdo. Hace falta una longitud mínima para que no aparezca un codo óptico en la perspectiva. Por lo tanto, la longitud será como mínimo, mayor a la velocidad de proyecto. En nuestro caso la **longitud mínima** será **60 metros**.

El otro, es el parámetro  $K_v$  mínimo, definido por las ecuaciones del apartado 5.3.2.1 de la norma, referentes a las consideraciones de visibilidad, las cuales disciernen entre acuerdos cóncavos y convexos.

Con las condiciones de nuestra carretera quedarían de la siguiente forma:

- . Acuerdos convexos: 1400m
- . Acuerdos cóncavos: 2300m

### 3.3. COORDINACIÓN PLANTA-ALZADO

Además de seguir los criterios de definidos en los apartados anteriores, también se ha analizado la influencia de la planta en el alzado y viceversa.

Para ello, se ha tenido en consideración que los puntos de inicio y final de cada acuerdo queden lo más alejados posible de la parte circular de la curva, pero siempre dentro de las clotoides. Con esto, se consigue maximizar la visibilidad en el interior del acuerdo y a pesar de que en acuerdos cóncavos no se nota, en convexos sí que marca una gran diferencia.

De nuevo, esto se ha conseguido con la ayuda del programa Civil 3D, el cual marca en el propio alzado el inicio y fin de cada curva, facilitando la coordinación.

## 4. DISEÑO GLORIETAS

En la primera glorieta, la que unifica el tramo de estudio con la carretera CV-375 se han realizado varias modificaciones.

Una de ellas, y la cual impedía en cierto modo el reutilizar la salida existe, es el hecho de que para la velocidad de proyecto establecida no existía una solución posible que permitiese una curva de ángulo tan cerrado como el actual. Esto ha obligado a abrir la curva de tal forma que el tráfico entre a la glorieta con una trayectoria más ortogonal.

Establecida esta decisión comentada, para mantener activo el trazado antiguo, se ha incorporado una salida auxiliar que conecte la glorieta con dicho camino.



---

De una forma similar ocurre con la glorieta contigua. Actualmente la solución es un cruce en T, el cual desaparece al introducir la glorieta. Ante esta situación, ha habilitado una salida auxiliar que conecte de nuevo de nuevo el camino con la carretera secundaria.

Finalmente, la última glorieta, debido a la falta de espacio, se cerrará la conexión con la Calle Unidad Ejecución JN1 evitando así posibles accidentes.



## APÉNDICE I MODIFICACIONES LIMITACIONES CLOTOIDES

En este apéndice se procede a definir las modificaciones que se han tenido en cuenta a la hora de realizar las comprobaciones de las curvas de transición.

## 1. RECTA INTERMEDIA > 400m

Se han substituido las rectas independientes ya que tienen mucha más longitud que las propuestas por la propia Instrucción. Por ejemplo, según la Instrucción, para una C-40 o C-50m todas sus rectas deberían ser independientes (restringido por  $L_{min,s}$ ), con lo que los radios de todas sus curvas deberían ser mayores que  $2 \times R_{min}$ , imposibilitando su existencia.

Esto que se ha comentado, si se analiza desde un punto de vista operacional, las rectas de longitud reducida (30, 50, 85...) no son independientes.

Por lo tanto, quedarían las siguientes condiciones:

- . Grupo 1: Radio mayor o igual que el asociado a la  $V_p$ .
- . Grupo 2: Radio mayor o igual que 700m.
- . Grupo 3: Radio mayor o igual que 300m.

En este último grupo se ha realizado otro cambio. Y es que se establecía como restricción que debía disponerse un radio mayor que  $2 \cdot R_{mín}$ . Esto puede dar lugar (especialmente para carreteras C-60 y menores) a graves problemas de seguridad.

## 2. RECTA INTERMEDIA $\leq 400m$

Las modificaciones se han realizado a las relaciones planteadas por la Instrucción.

Estas son asimétricas, es decir: el criterio es diferente si recorremos la carretera en un sentido que, en otro, lo cual obliga a plantear un doble cálculo en ambos sentidos y quedarnos con el más restrictivo.

Las relaciones planteadas en la figura siguiente incluyen ya este cálculo.

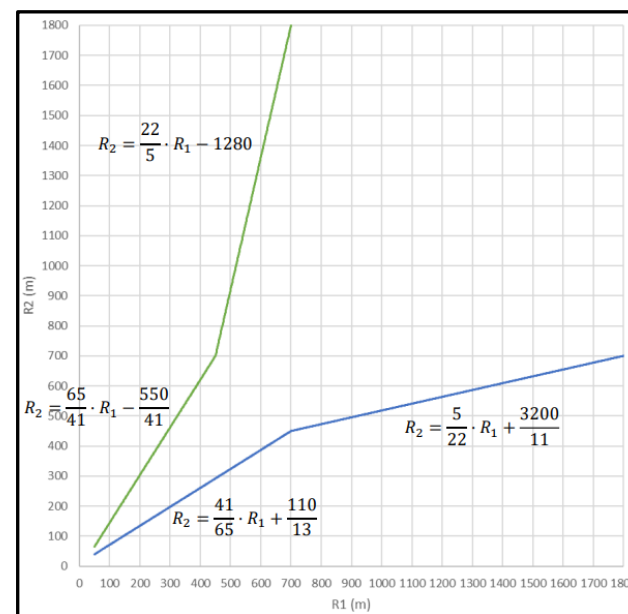


Figura 1: Relaciones de radios consecutivos



## APÉNDICE II TRAZADO PROPUESTO

## 1. Planta del Tronco Eje 1

Dato	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Ordenada inicio (m)	Abcisa inicio (m)	Radio (m)	A (m)	Acimut (gc)
1	Recta	0	0.37	0.37	709576.01	4385076.18			
2	Clotoide	0.37	53	52.632	709576.08	4385076.54		82.72	12.89
3	Curva	53	153.69	100.684	709582.42	4385128.70	130		49.31
4	Clotoide	153.69	206.32	52.632	709544.08	4385219.09		82.72	12.89
5	Recta	206.32	339.31	132.989	709502.17	4385250.77			
6	Clotoide	339.31	391.94	52.632	709390.92	4385323.64		100	8.82
7	Curva	391.94	464.8	72.862	709348.31	4385354.46	190		24.41
8	Clotoide	464.8	517.43	52.632	709303.88	4385411.64		100	8.82
9	Recta	517.43	604.68	87.246	709284.54	4385460.54			

Figura 2: Planta Tronco Eje 1

## 2. Planta del Tronco Eje 2

Dato	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Ordenada inicio (m)	Abcisa inicio (m)	Radio (m)	A (m)	Acimut (gc)
1	Recta	0	655.02	655.02	709226.10	4385632.43			
2	Clotoide	655.02	710.02	55.00	708979.53	4386239.27		110	7.96
3	Curva	710.02	924.65	214.63	708960.98	4386291.01	220		62.11
4	Clotoide	924.65	979.65	55.00	709007.35	4386491.94		110	7.96
5	Recta	979.65	1047.73	68.08	709046.70	4386530.31			

Figura 3: Planta Tronco Eje 2

### 3. Alzado del Tronco Eje 1

Alineación	PK inicio	PK final	Pk vértice	Longitud (m)	Inclinación (%)	Parámetro	Elevación VAV(m)
Rasante	0	0.488		0.488	1.62		94.062
Convexo	0.488	196.372	98.43	195.884		9200.877	95.66
Rasante	196.372	349.8855		153.5135	-0.5		
Cóncavo	349.8855	511.9545	430.92	162.069		15000.36	94.043
Rasante	511.9545	604.68		92.7255	0.59		95.586

Figura 4: Alzado Tronco Eje 1

### 4. Alzado del Tronco Eje 2

Alineación	PK inicio	PK final	Pk vértice	Longitud (m)	Inclinación (%)	Parámetro	Elevación VAV(m)
Rasante	0	657.6075		657.607	0.52		95.727
Cóncavo	657.6075	965.2125	811.41	307.605		19691.3	99.925
Rasante	965.2125	1047.73		82.517	2.08		104.839

Figura 5: Alzado Tronco Eje 2

## APÉNDICE III COMPROBACIONES TRAZADO PROPUESTO

## 1. Planta del Tronco Eje 1

		PK inicial	PK final	Longitud	$L_{min}$	Radio	Consecución	Dirección	Radio signo	Tipo Curva	Peralte %
	Recta	0	0.37	0.37							
Entrada	Clotoide	0.37	53	52.63							
	Curva	53	153.69	100.69		130		izq	-130		7
Salida	Clotoide	153.69	206.32	52.63			90.46153846				
	Recta	206.32	339.31	132.99	Cumple		190			Curva en S	
Entrada	Clotoide	339.31	391.94	52.63			192.6829268				
	Curva	391.94	464.8	72.86		190	Cumple	der	190		7
Salida	Clotoide	464.8	517.43	52.63							
	Recta	517.43	604.68	87.25							

Figura 6: Comprobaciones Planta Tronco Eje 1

Comprobación Clotoides															
Criterio I			Criterio II		Criterio III		Recomendado	A				Longitud			
$V_c$	J	$A_{min I}$	$V_{in}$	$A_{min II}$	$A_{min III.1}$	$A_{min III.2}$	$A_{min III.3}$	Mínima	Máxima	Trazado	Verificación	Mínima	Máxima	Trazado	Verificación
										82.717				53	
60.017	0.5	79.334	0.58	74.104	43.333	71.656	66.456	79.334	97.164		Cumple	48.414	72.622		Cumple
										82.717				53	
										100				53	
70.018	0.5	98.209	0.58	89.587	63.333	95.249	94.108	98.209	120.281		Cumple	50.764	76.145		Cumple
										100				53	

Figura 7: Comprobaciones Clotoides Planta Tronco Eje 1

## 2. Planta del Tronco Eje 2

		PK inicial	PK final	Longitud	$L_{min}$	Radio	Consecución	Dirección	Radio signo	Tipo Curva	Peralte %
	Recta	0	655.02	655.02							
Entrada	Clotoide	655.02	710.02	55							
	Curva	710.02	924.65	214.63		220		der	220		7
Salida	Clotoide	924.65	979.65	55							
	Recta	979.65	1047.73	68.08							

Figura 8: Comprobaciones Planta Tronco Eje 2

Comprobación Clotoides															
Criterio I			Criterio II		Criterio III		Recomendado	A				Longitud			
V <sub>c</sub>	J	A <sub>min I</sub>	V <sub>in</sub>	A <sub>min II</sub>	A <sub>min III.1</sub>	A <sub>min III.2</sub>	A <sub>min III.3</sub>	Mínima	Máxima	Trazado	Verificación	Mínima	Máxima	Trazado	Verificación
										110				55	
74.17764	0.5	106.1938	0.58	96.4007	73.33333	106.3194	81.4141735	106.319352	130.21408		Cumple	51.38093	77.071395		Cumple
										110				55	

Figura 9: Comprobaciones Clotoides Planta Tronco Eje 2

Para estas comprobaciones, se han utilizado los siguientes datos generales:

Datos Constantes	
$R_{min real}$	130
$V_p$	70
$L_{max}$	1169
$L_{min,s}$	97.3
$L_{min,o}$	194.6
$R_{min}$	50

### 3. Alzado del Tronco Eje 1

Alineación	PK inicio	PK final	Pk vértice	Longitud	Inclinación	Cumplimiento	Parámetro	Cumplimiento	Distancia de parada	Kv min formula	Long de Kv min	Kv corregido vp
Rasante	0	0.488	0	0.488	0.0162	Cumple						
Convexo	0.488	196.372	98.43	195.884			9200.877	Cumple	94.32376987	1442.796285	30.58728124	3301.886792
Rasante	196.372	349.8855		153.5135	-0.0050	Cumple						
Cóncavo	349.8855	511.9545	430.92	162.069			15000.36	Cumple	94.32376987	2345.726943	25.56842368	6422.018349
Rasante	511.9545	604.68		92.7255	0.0059	Cumple						

Figura 10: Comprobaciones Alzado Tronco Eje 1

### 4. Alzado del Tronco Eje 2

Alineación	PK inicio	PK final	Pk vértice	Longitud	Inclinación	Cumplimiento	Parámetro	Cumplimiento	Distancia de parada	Kv min formula	Long de Kv min	Kv corregido vp
Rasante	0	657.6075		657.6075	0.0052	Cumple						
Cóncavo	657.6075	965.2125	811.41	307.605			19691.3	Cumple	94.32376987	2345.726943	36.59334032	4487.179487
Rasante	965.2125	1047.73		82.5175	0.0208	Cumple						

Figura 11: Comprobaciones Alzado Tronco Eje 2



## APÉNDICE IV COORDINACIÓN PLANTA – ALZADO

## 1. Primer acuerdo Eje 1

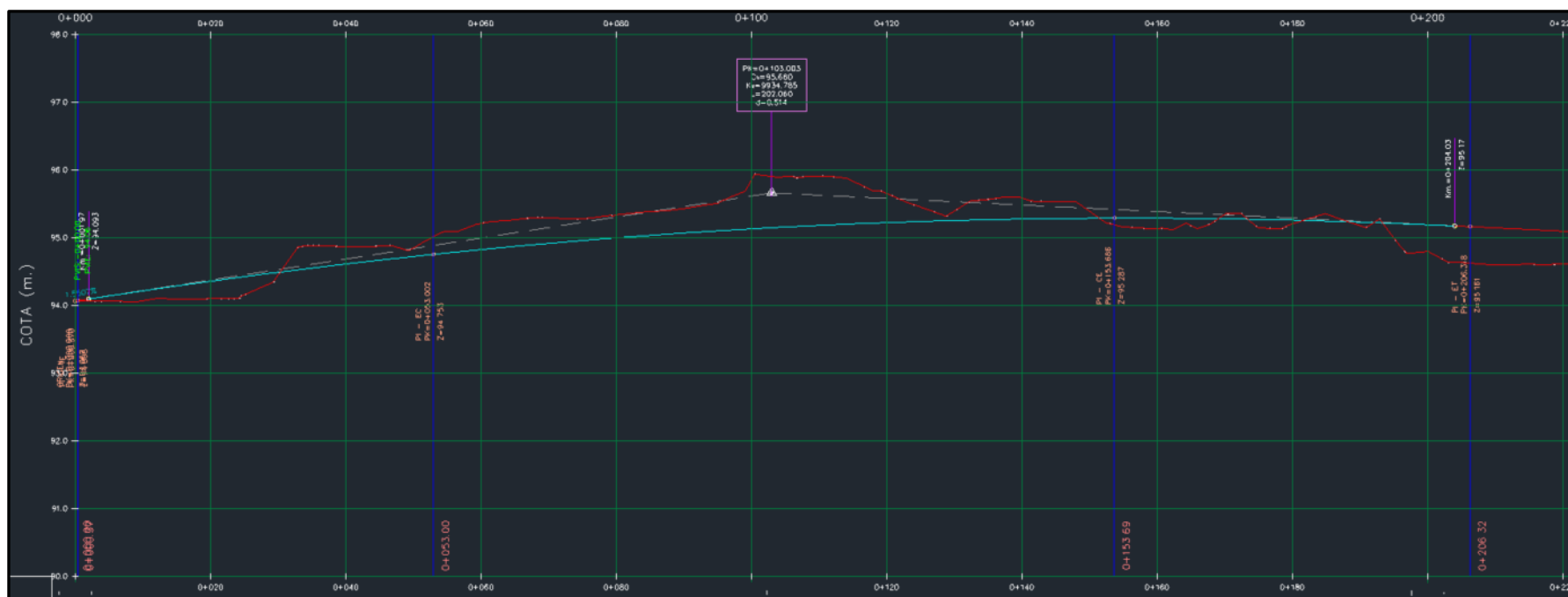


Figura 12: Coordinación primer acuerdo Eje 1

\* Las líneas verticales azules establecen los límites de las clotoides, tanto de entrada como de salida

## 2. Segundo acuerdo Eje 1

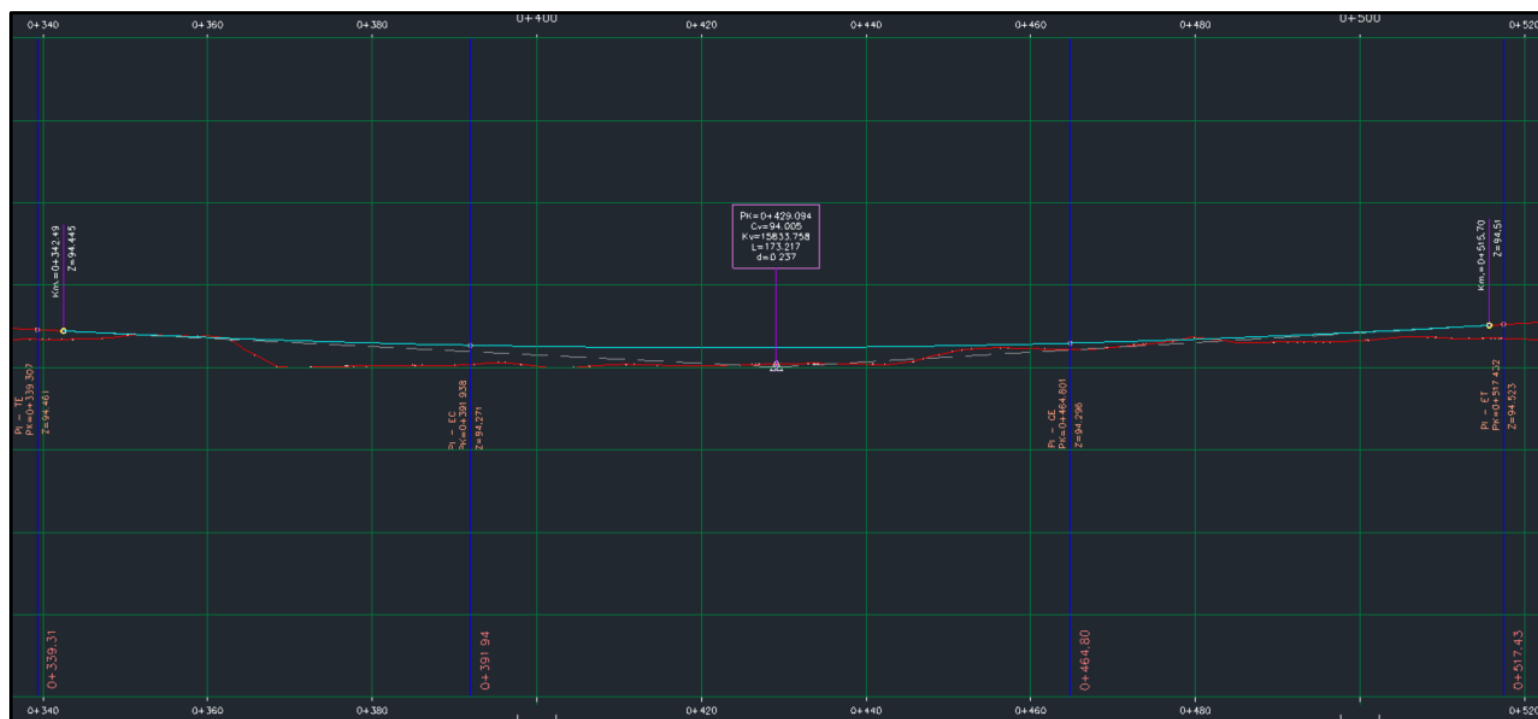
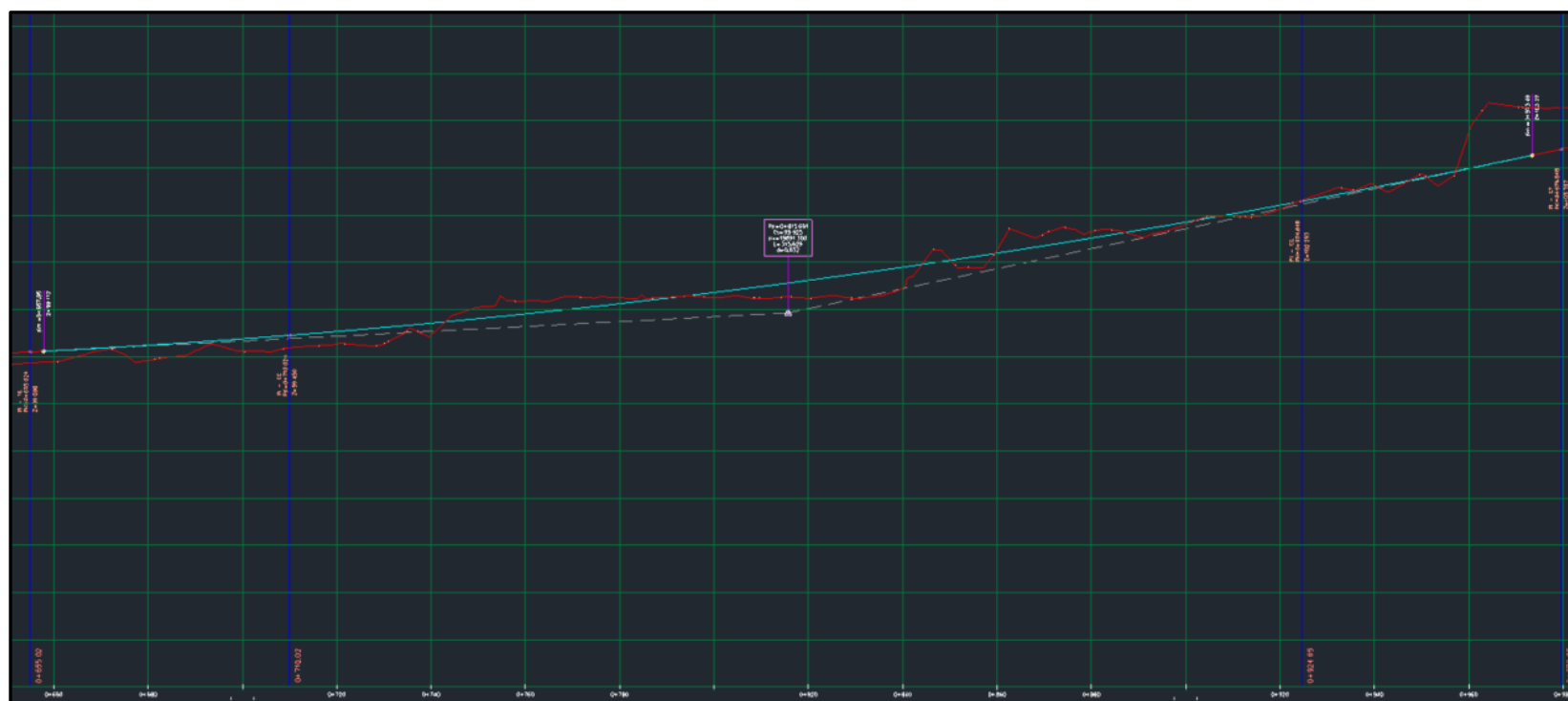


Figura 13: Coordinación segundo acuerdo Eje 1

\* Las líneas verticales azules establecen los límites de las clotoides, tanto de entrada como de salida

### 3. Primer acuerdo Eje 2



*Figura 14: Coordinación segundo acuerdo Eje 1*

\* Las líneas verticales azules establecen los límites de las clotoides, tanto de entrada como de salida