



ANEJO N.º 5

DESARROLLO DE ALTERNATIVAS

AUTOR: NÉSTOR GIMÉNEZ CRIADO

TUTORES: ÁLVARO CUADRADO TARODO

DAVID LLOPIS CASTELLÓ



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. ALTERNATIVA 1.....

3. ALTERNATIVA 2.....

4. ALTERNATIVA 3.....

5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

5.1 JUSTIFICACIÓN DE LAS PUNTUACIONES ASIGNADAS.....

6. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA

6.1 TRAZADO EN PLANTA

6.1.1 ALINEACIONES RECTAS

6.1.2 CURVAS CIRCULARES

6.1.3 CURVAS DE TRANSICIÓN O CLOTOIDES.....

6.2 TRAZADO EN ALZADO

6.2.1 RASANTES

6.2.2 COMPROBACIÓN ACUERDOS VERTICALES

6.3 SECCIÓN TRANSVERSAL

6.4 CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.....

7. BIBLIOGRAFÍA.....

APÉNDICE 1: ESTADO DE ALINEACIONES PLANTA.

APÉNDICE 2: ESTADO DE ALINEACIONES PERFIL.....

4

4

4

4

4

5

5

5

6

6

7

9

9

9

10

11

14

16

21

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente anejo contempla el desarrollo de las alternativas propuestas. Son tres las soluciones barajadas para mejorar la seguridad vial y el trazado de la carretera CV-427.

2. ALTERNATIVA 1

La alternativa 1 presenta únicamente la modificación del primero de los dos tramos. Esta modificación comienza en el PK 00+000 y acaba en torno al PK 02+100 de la actual carretera, donde mediante una transición se vuelve al trazado existente, el cual no ha sido modificado ya que, al adaptar un nuevo trazado a la normativa con curvas circulares, curvas de transición y alineaciones rectas, supondría unos decrementos de velocidad muy excesivos (en torno a 50 km/h) justo antes de llegar al puente que salva al río Juanes, lo que daría lugar a un punto crítico en el trazado. El objetivo principal de este cambio es la conversión de este tramo de la vía de una C-40 a una C-60. La señalización actual y las barreras de seguridad del tramo serían eliminadas o modificadas.

El motivo por el cual solo se lleva a cabo la modificación del primer tramo es por la sinuosidad de la carretera, ya que discurre entre montañas, lo cual provoca que la dimensión de la obra para la mejora del trazado sea excesiva y con el tráfico que soporta puede resultar una inversión injustificada.

3. ALTERNATIVA 2

La alternativa 2 resulta la misma actuación que la alternativa 1 pero con el añadido de la inclusión de mejoras puntuales allí donde el análisis de consistencia identifica zonas de la carretera peligrosas o donde se podrían concentrar accidentes de tráfico. También incluye la incorporación de elementos reductores de velocidad en la zona urbanizada que atraviesa la carretera (PK 02+700), a fin de evitar atropellos o accidentes. Se opta por estas soluciones, siendo actuaciones puntuales para la mejora de la seguridad vial y no por un rediseño completo de todo el tramo 2 por lo comentado anteriormente, la orografía del entorno dificulta las actuaciones.

4. ALTERNATIVA 3

Finalmente, la alternativa 3 varía en la zona urbanizada. Las actuaciones a realizar serían las mismas que para la alternativa 2, con el cambio de tipología de la vía en el tramo 1 y con las mejoras puntuales en el tramo 2. El objetivo perseguido con esta alternativa es evitar que el tráfico atraviese la zona urbanizada situada en el PK 02+700 de la actual carretera, justo donde se produce el cambio de tramo.

Es una zona con viviendas muy próximas a ambos lados de la carretera y aunque es un tramo breve, puede suponer un peligro la seguridad de los peatones y residentes.

Se aprovecharía un camino existente localizado al norte de la urbanización, enlazando con la carretera existente en el PK 03+150, evitando así cualquier molestia al vecindario en cuanto a expropiaciones se refiere.

La Figura 1 muestra en planta por donde transcurriría esta nueva variante, marcado con flechas azules el transcurso del río Juanes y con un círculo amarillo el puente que salva a la carretera de este.



Figura 1: Vista en planta de la solución de la alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia).

5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Una vez definidas y analizadas las tres alternativas propuestas, se procede a realizar un análisis multicriterio. El objetivo será seleccionar la solución óptima teniendo en cuenta todos los criterios considerados.

Los criterios que van a formar parte del análisis de las soluciones son los siguientes:

- Seguridad vial. Se evalúa como una alternativa puede minimizar o provocar accidentes de tráfico, incluyendo la cantidad y la gravedad de estos.
- Trazado. Este criterio valora el rediseño de la carretera, la lógica del recorrido y las mejoras que trae consigo cada alternativa.
- Economía. Define el precio en dinero de las alternativas, lo económica o cara que puede costar la obra.
- Impacto ambiental y socioeconómico. En este apartado se valora lo positivo o negativo que es el impacto que produce la alternativa en el medio ambiente.
- Proceso constructivo y mantenimiento: Este criterio hace referencia a la incidencia que tienen las obras en el ámbito general, tanto como afecta a las zonas urbanizadas de alrededor, lo invasivo que pueda ser y la complejidad del mantenimiento y conservación de los elementos constituyentes.

Una vez definidos los diferentes criterios, se otorgan los valores 1,3 y 5 siendo el 1 el valor más beneficioso y el 5 el valor más perjudicial. La Tabla 1 muestra el análisis multicriterio llevado a cabo.

	Seguridad vial	Trazado	Economía	Impacto ambiental y socioeconómico	Proceso constructivo y mantenimiento	TOTAL
Alternativa 1	5	5	1	1	1	13
Alternativa 2	1	1	3	3	3	11
Alternativa 3	3	3	5	5	5	21

Tabla 1: Análisis multicriterio realizado para las tres alternativas propuestas. (Fuente: Elaboración propia).

5.1 JUSTIFICACIÓN DE LAS PUNTUACIONES ASIGNADAS

Respecto a la seguridad vial, la alternativa 1 recibe la puntuación más alta al solo modificar el primer tramo de la carretera. Respecto a la alternativa 2 y 3, la alternativa 2 resulta mejor en lo que a seguridad vial se refiere, debido a que la solución situada en el PK 02+700 y que forma parte de la alternativa 3, adjunta en la Figura 1, presenta un perfil con una pendiente del 15%, como puede verse en la Figura 2, por lo que no cumple con la normativa vigente. Aunque cumple con el objetivo de que la carretera no atravesase la zona urbanizada, este hecho puede influir a los usuarios de la vía de manera negativa.

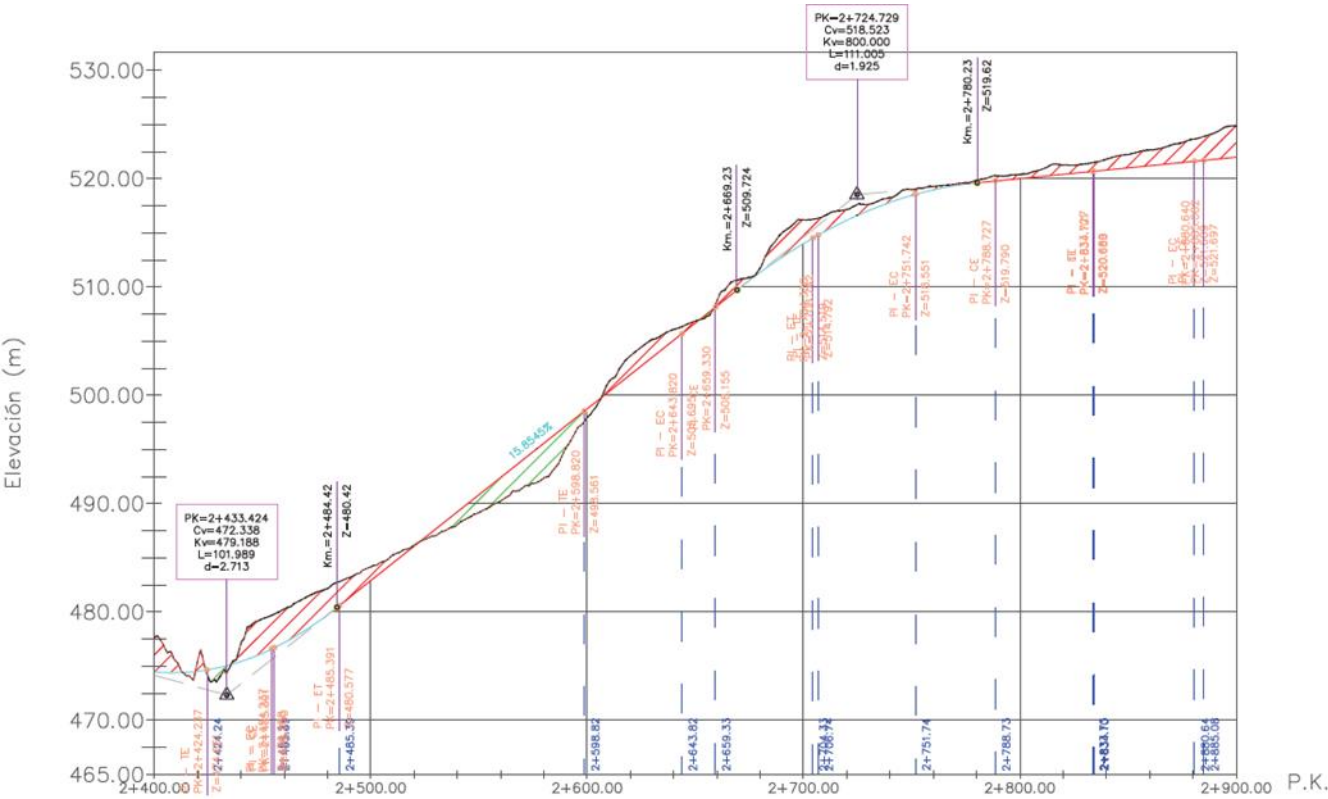


Figura 2: Perfil de la solución de la alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia).

Lo que engloba al trazado, la alternativa 1 queda obsoleta de nuevo al no presentar modificaciones en el segundo tramo de la carretera. La alternativa 2 recibe la mejor puntuación porque, aunque la alternativa 3 recoja una solución para el paso del tramo urbanizado la pendiente que presenta es muy pronunciada, por lo que resulta más funcional una correcta señalización y la colocación de elementos reductores de velocidad antes de esta zona.

Para el apartado de economía, la alternativa 1 es, sin ninguna duda, la más barata, puesto que no engloba las actuaciones que las dos alternativas restantes sí contienen.

En los valores de impacto ambiental y socioeconómico y proceso constructivo y mantenimiento, la alternativa 1 sigue estando por delante ya que es un tramo menor, no requiere tanta obra y por consiguiente un mantenimiento menor, a parte de un menor inciso en el medio ambiente. La alternativa 3, recibe la peor puntuación porque trae consigo una gran obra que produce un gran impacto medioambiental.

Por lo que tras el análisis de los criterios llevados a cabo y de las alternativas, la alternativa 2 es la más adecuada para llevar a cabo en la carretera CV-427.

6. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA

6.1 TRAZADO EN PLANTA

La vista en planta de la solución puede observarse en el Documento nº2 ‘Planos’ en su totalidad.

Como se ha explicado anteriormente, no se ha modificado la totalidad del primer tramo por la complejidad del terreno, sino que se ha intentado adaptar el máximo posible de trazado para cumplir con la normativa. En la Figura 3 puede apreciarse el recorrido en planta que seguirá la nueva calzada en el tramo 1, habiéndose intentado seguir el recorrido del trazado actual.

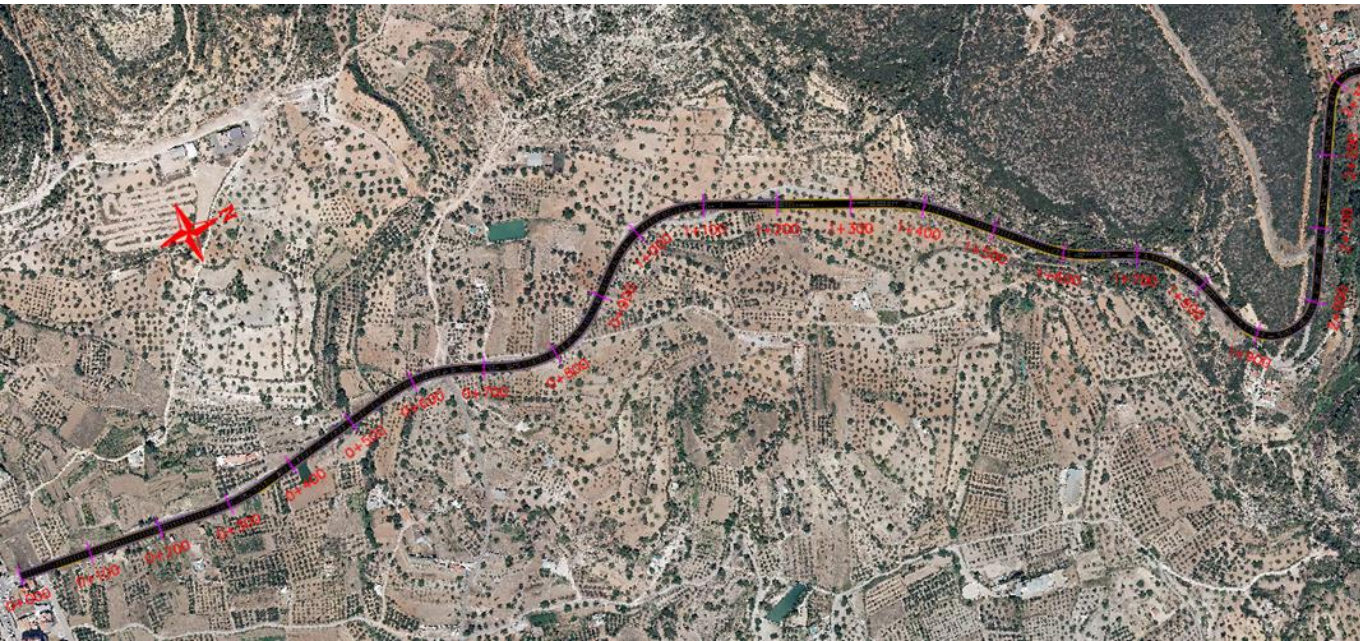


Figura 3: Vista en planta de la solución para el tramo 1. (Fuente: Elaboración propia).

En lo que respecta al tramo 2, se ha modificado el trazado actual desde el PK 3+100 hasta el PK 03+950 (Figura 4), donde aparece el problema de la orografía. La carretera está encajonada en la montaña y para el poco tráfico que soporta y el coste que pueda traer consigo esta obra resulta inviable llevar a cabo un proyecto para el trazado completo. De esta manera, se han desarrollado actuaciones puntuales para la mejora de la seguridad vial.



Figura 4: Vista en planta de la solución para el tramo 2. (Fuente: Elaboración propia)

6.1.1 ALINEACIONES RECTAS

En lo que respecta a las alineaciones rectas, al variar la tipología de la vía de C-40 a C-60, la longitud mínima ha cambiado en relación con la carretera existente. La longitud mínima para el tramo 1 ha pasado de 56 a 83 metros para rectas configuradas en S y de 111 a 167 en C, según indica la Norma 3.1-I.C

Las Tablas 2 y 3 muestran la comprobación de la longitud mínima de las rectas modificadas en los tramos 1 y 2, respectivamente.

Elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Normativa
Recta	0+000.00m	0+250.04m	250,042	CUMPLE
Recta	0+381.14m	0+537.93m	156,795	CUMPLE
Recta	1+126.41m	1+329.13m	202,72	CUMPLE
Recta	1+454.87m	1+554.78m	99,911	CUMPLE
Recta	2+029.94m	2+258.23m	228,291	CUMPLE
Recta	2+353.54m	2+459.26m	105,713	CUMPLE

Tabla 2: Análisis de longitudes de alineaciones rectas nuevas o modificadas del tramo 1. (Fuente: Elaboración propia)

Elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Normativa
Recta	3+508.71m	3+744.65m	235,933	CUMPLE

Tabla 3: Análisis de longitudes de alineaciones rectas nuevas o modificadas del tramo 2. (Fuente: Elaboración propia)

6.1.2 CURVAS CIRCULARES

La Tablas 4 y 5 representan las comprobaciones de normativa para las curvas circulares. En la Tabla 4, las cuatro últimas curvas no cumplen con la normativa. Estas curvas, como se ha mencionado con anterioridad, son a partir de las cuales el tramo 1 no ha sido modificado exceptuando la situada en el PK 01+894,55, cuyo radio ha aumentado de 40 a 60 gonios. No se ha podido cumplir con la normativa en esta curva por la orografía. La carretera precisaba de un radio acorde con los anteriores y para que cumpliera con lo estipulado, el nuevo diseño del trazado variaba por completo del actual, yéndose hacia el barranco por el cual circula el río Juanes y precisando de una obra mayor. En añadido, el decremento de velocidad era muy elevado, por lo que con esta actuación se mejora este hecho, siendo necesaria la adecuada señalización.

Elemento	P.K. inicial	P.K. final	Radio mín (m)	Radio curva (m)	Normativa
Curva circular	0+307.64m	0+323.54m	130	250	CUMPLE
Curva circular	0+593.49m	0+643.36m	130	180	CUMPLE
Curva circular	0+769.79m	0+852.21m	130	130	CUMPLE
Curva circular	0+968.96m	1+072.89m	130	135	CUMPLE
Curva circular	1+384.26m	1+399.75m	130	200	CUMPLE
Curva circular	1+606.39m	1+607.14m	130	140	CUMPLE
Curva circular	1+711.36m	1+771.49m	130	140	CUMPLE
Curva circular	1+894.55m	1+988.27m	130	60	NO CUMPLE
Curva circular	2+298.73m	2+323.54m	130	40	NO CUMPLE
Curva circular	2+489.26m	2+490.85m	130	20	NO CUMPLE
Curva circular	2+607.89m	2+609.53m	130	100	NO CUMPLE

Tabla 4: Análisis radio mínimo de curvas circulares para el tramo 1. (Fuente: Elaboración propia)

Elemento	P.K. inicial	P.K. final	Radio mín (m)	Radio curva (m)	Normativa
Curva circular	3+214.44m	3+240.28m	50	50	CUMPLE
Curva circular	3+321.55m	3+337.27m	50	50	CUMPLE
Curva circular	3+428.19m	3+467.05m	50	60	CUMPLE
Curva circular	3+786.31m	3+821.11m	50	60	CUMPLE
Curva circular	3+914.82m	3+917.41m	50	60	CUMPLE

Tabla 5: Análisis radio mínimo de curvas circulares para el tramo 2. (Fuente: Elaboración propia)

Como en el Anejo Nº 4 Análisis del trazado, se comprueba la coordinación entre elementos en planta para evitar inconsistencias en la carretera (Tablas 6 y 7).

Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio		Radios permitidos sentido creciente	Radios permitidos sentido decreciente
Recta	0+000.00m	0+250.04m	250.042m				
Clotoide	0+250.04m	0+307.64m	57.600m				
Curva circular	0+307.64m	0+323.54m	15.894m	250	R _{mín}	-	122,000
					R _{máx}		271,951
Clotoide	0+323.54m	0+381.14m	57.600m				
Recta	0+381.14m	0+537.93m	156.795m				
Clotoide	0+537.93m	0+593.49m	55.556m				
Curva circular	0+593.49m	0+643.36m	49.878m	180	R _{mín}	166,154	90,462
					R _{máx}	382,927	192,683
Clotoide	0+643.36m	0+698.92m	55.556m				
Recta	0+698.92m	0+700.36m	1.442m				
Clotoide	0+700.36m	0+769.79m	69.423m				
Curva circular	0+769.79m	0+852.21m	82.428m	130	R _{mín}	122,000	93,615
					R _{máx}	271,951	200,610
Clotoide	0+852.21m	0+914.52m	62.308m				
Recta	0+914.52m	0+915.44m	0.922m				
Clotoide	0+915.44m	0+968.96m	53.519m				
Curva circular	0+968.96m	1+072.89m	103.933m	135	R _{mín}	90,462	134,615
					R _{máx}	192,683	303,659
Clotoide	1+072.89m	1+126.41m	53.519m				
Recta	1+126.41m	1+329.13m	202.720m				
Clotoide	1+329.13m	1+384.26m	55.125m				
Curva circular	1+384.26m	1+399.75m	15.489m	200	R _{mín}	93,615	96,769
					R _{máx}	200,610	208,537
Clotoide	1+399.75m	1+454.87m	55.125m				
Recta	1+454.87m	1+554.78m	99.911m				
Clotoide	1+554.78m	1+606.39m	51.607m				
Curva circular	1+606.39m	1+607.14m	0.749m	140	R _{mín}	134,615	96,769
					R _{máx}	303,659	208,537
Clotoide	1+607.14m	1+658.75m	51.607m				
Recta	1+658.75m	1+659.75m	1.004m				
Clotoide	1+659.75m	1+711.36m	51.607m				
Curva circular	1+711.36m	1+771.49m	60.130m	140	R _{mín}	96,769	46,308
					R _{máx}	208,537	81,707
Clotoide	1+771.49m	1+842.92m	71.429m				
Recta	1+842.92m	1+844.13m	1.218m				
Clotoide	1+844.13m	1+894.55m	50.417m				
Curva circular	1+894.55m	1+988.27m	93.722m	60	R _{mín}	79,846	33,692
					R _{máx}	208,537	50,000

Tabla 6: Análisis de coordinación entre alineaciones consecutivas para el tramo 1. (Fuente: Elaboración propia).

Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio		Radios permitidos sentido creciente	Radios permitidos sentido decreciente
Recta	3+126.30m	3+173.94m	47.643m				
Clotoide	3+173.94m	3+214.44m	40.500m				
Curva circular	3+214.44m	3+240.28m	25.833m	50	R _{mín}	24,231	40,000
					R _{máx}	26,220	65,854
Clotoide	3+240.28m	3+280.78m	40.500m				
Recta	3+280.78m	3+281.05m	0.278m				
Clotoide	3+281.05m	3+321.55m	40.500m				
Curva circular	3+321.55m	3+337.27m	15.712m	50	R _{mín}	40,000	46,308
					R _{máx}	65,854	81,707
Clotoide	3+337.27m	3+377.77m	40.500m				
Recta	3+377.77m	3+377.78m	0.010m				
Clotoide	3+377.78m	3+428.19m	50.417m				
Curva circular	3+428.19m	3+467.05m	38.856m	60	R _{mín}	40,000	46,308
					R _{máx}	65,854	81,707
Clotoide	3+467.05m	3+508.71m	41.667m				
Recta	3+508.71m	3+744.65m	235.933m				
Clotoide	3+744.65m	3+786.31m	41.667m				
Curva circular	3+786.31m	3+821.11m	34.796m	60	R _{mín}	46,308	46,308
					R _{máx}	81,707	81,707
Clotoide	3+821.11m	3+871.53m	50.417m				
Recta	3+871.53m	3+873.16m	1.630m				
Clotoide	3+873.16m	3+914.82m	41.667m				
Curva circular	3+914.82m	3+917.41m	2.589m	60	R _{mín}	46,308	46,308
					R _{máx}	81,707	81,707

Tabla 7: Análisis de coordinación entre alineaciones consecutivas para el tramo 1. (Fuente: Elaboración propia).

Respecto a la tabla 6, se ve como la curva modificada con radio de 60 gonios situado en el PK 01+894,55 no cumple con la normativa, aunque la desviación no es muy elevada. Esta curva ya ha sido comentada con anterioridad, tanto sus problemas como su solución. En la Tabla 7, el primer radio no cumple para sentido creciente debido a que el radio de la anterior curva es de 25 metros, lo que limita mucho el valor de la curva situada en el PK 03+214,44 metros. Si esta era modificada, influía sobre el resto del trazado.

6.1.3 CURVAS DE TRANSICIÓN O CLOTOIDES

Las Tablas 8 y 9 muestran el resultado del cumplimiento de la normativa para las clotoides. Con los cambios realizados, todas cumplen con la normativa, tanto del tramo 1 como del tramo 2.

Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Giro en gonios	Giro acumulado	Longitud acumulada	Amín (I)	Lmín (I)	Amín (II)	Lmín (II)	Amín (III.1)	Lmín (III.1)	Amín (III.2)	Lmín (III.2)	Amín (III.3)	Lmín (III.3)	Amín	Amáx	Lmín	Lmáx	¿Cumple A?	¿Cumple L?
Clotoide	0+323.54m	0+381.14m	57,6	120	7,333859778	18,71509342	381,136	115,183	53,068	105,262	44,320	83,333	27,778	117,017	54,772	85,729	29,398	117,017	143,316	54,772	82,158	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	0+643.36m	0+698.92m	55,556	100	9,824457798	56,00474291	698,921	96,571	51,811	84,810	39,960	60,000	20,000	91,464	46,476	87,128	42,174	96,571	118,275	51,811	77,717	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	0+852.21m	0+914.52m	62,308	90	15,25634799	128,6251846	914,522	80,170	49,440	66,443	33,959	43,333	14,444	71,656	39,497	87,814	59,317	87,814	98,188	59,317	74,160	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	1+072.89m	1+126.41m	53,519	85	12,61898281	202,874856	1126,415	81,962	49,761	68,351	34,606	45,000	15,000	73,713	40,249	80,657	51,315	80,657	100,382	51,315	74,642	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	1+399.75m	1+454.87m	55,125	105	8,773416238	225,3519903	1454,874	102,330	52,357	91,784	42,121	66,667	22,222	98,985	48,990	75,161	28,246	102,330	125,328	52,357	78,535	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	1+607.14m	1+658.75m	51,607	85	11,7335845	249,1597509	1658,748	83,716	50,060	70,241	35,241	46,667	15,556	75,752	40,988	54,147	20,942	83,716	102,531	50,060	75,090	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	1+771.49m	1+842.92m	71,429	100	16,24039776	304,4765524	1842,918	83,716	50,060	70,241	35,241	46,667	15,556	75,752	40,988	82,537	48,659	83,716	102,531	50,060	75,090	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	1+988.27m	2+029.94m	41,667	50	22,10503005	452,7707621	2029,942	49,758	41,263	37,205	23,071	20,000	6,667	40,124	26,833	57,917	55,906	41,541	60,940	40,906	61,895	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 8: Análisis de los límites de parámetros A y longitud L de clotoides del tramo 1. (Fuente: Elaboración propia)

Clotoide	3+173.94m	3+214.44m	40,5	45	25,78310078	1101,9335	3214,448	44,218	39,104	31,481	19,821	16,667	5,556	34,996	24,495	36,423	26,533	44,218	54,155	39,104	58,656	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	3+281.05m	3+321.55m	40,5	45	25,78310078	1186,391299	3321,559	44,218	39,104	31,481	19,821	16,667	5,556	34,996	24,495	33,530	22,485	44,218	54,155	39,104	58,656	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	3+377.78m	3+428.19m	50,417	55	26,74704922	1258,926589	3428,198	49,758	41,263	36,094	21,712	20,000	6,667	40,124	26,833	45,139	33,959	49,758	60,940	41,263	61,895	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	3+744.65m	3+786.31m	41,667	50	22,10503005	1344,364145	3786,321	49,758	41,263	36,094	21,712	20,000	6,667	40,124	26,833	44,047	32,335	49,758	60,940	41,263	61,895	CUMPLE	CUMPLE
Clotoide	3+873.16m	3+914.82m	41,667	50	22,10503005	1430,135927	3914,831	49,758	41,263	36,094	21,712	20,000	6,667	40,124	26,833	32,591	17,702	49,758	60,940	41,263	61,895	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 9: Análisis de los límites de parámetros A y longitud L de clotoides del tramo 2. (Fuente: Elaboración propia)

6.2 TRAZADO EN ALZADO

6.2.1 RASANTES

En lo que respecta al alzado, se ha actualizado la normativa para el tramo 1 al tener una velocidad de proyecto de 60 km/h. Se observa en la Tabla 10 que la inclinación es más restrictiva, siendo de 6% la máxima y 8% la excepcional, cumpliendo para todas ellas y únicamente teniendo dos valores que superan la inclinación máxima.

La Tabla 11 muestra los valores para el tramo 2, que sigue considerando su tipología de vía C-40. Todas las rasantes cumplen con la normativa y solo hay una que supera la inclinación máxima.

P.K. de VAV	Vp (Km/h)	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación máxima	Inclinación excepcional
0+271.17m	60	-0.34%	6	8
0+540.71m	60	0.82%	6	8
0+803.64m	60	6.37%	6	8
1+374.72m	60	2.91%	6	8
1+812.25m	60	0.42%	6	8
2+103.98m	60	6.83%	6	8
2+442.27m	60	-3.93%	6	8

Tabla 10: Análisis de las inclinaciones rectas de la rasante de estudio para el tramo 1. (Fuente: Elaboración propia).

P.K. de VAV	Vp (Km/h)	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación máxima	Inclinación excepcional
3+186.45m	40	0.53%	7	10
3+511.75m	40	-3.70%	7	10
3+700.00m	40	-7.85%	7	10

Tabla 11: Análisis de las inclinaciones rectas de la rasante de estudio para el tramo 2. (Fuente: Elaboración propia).

Para las longitudes de estas rasantes, en el Anejo 4 'Análisis del trazado', se menciona que el cálculo de la distancia que puede recorrer un vehículo a la velocidad de proyecto durante 10 segundos será la multiplicación de esos 10 segundos por la velocidad de proyecto, previamente convertida a m/s. Para una velocidad de 40 km/h la longitud mínima es 111,11 m, mientras que para 60 km/h es 166,67 m. Las Tablas 12 y 13 muestran las comprobaciones de este apartado de la normativa para los distintos tramos, donde no se encuentra ninguna rasante cuya longitud no cumpla con la Norma.

P.K. inicial	P.K. final	Longitud mínima (m)	Longitud (m)
0+000.00m	0+239.67m	166,67	271,17
0+302.67m	0+494.95m	166,67	269,54
0+586.48m	0+771.14m	166,67	262,93
0+836.14m	1+343.72m	166,67	571,08
1+405.72m	1+759.39m	166,67	437,53
1+865.11m	2+060.97m	166,67	291,73

Tabla 12: Comprobación de cumplimiento de la longitud mínima de rasantes inclinadas para el tramo 1. (Fuente: Elaboración propia).

P.K. inicial	P.K. final	Longitud mínima (m)	Longitud (m)
3+211.09m	3+485.75m	111,11	325,3
3+537.75m	3+677.69m	111,11	188,25
3+722.31m	4+029.71m	111,11	361,5

Tabla 13: Comprobación de cumplimiento de la longitud mínima de rasantes inclinadas para el tramo 2. (Fuente: Elaboración propia).

6.2.2 COMPROBACIÓN ACUERDOS VERTICALES

- Consideración de visibilidad.

Según refleja la Norma 3.1-IC, las limitaciones mínimas de los acuerdos convexos y cóncavos para una velocidad de proyecto de 40 km/h es de 250 metros y 760 metros respectivamente. A esto hay que añadir que el tramo 1 tiene una velocidad de proyecto de 60 km/h, por lo que los acuerdos se alargarían hasta los 800 metros en acuerdos convexos y 1650 en acuerdos cóncavos. Todos estos valores son en parada, ya que, aunque se vaya a mejorar el trazado, no hay puntos suficientemente seguros para el adelantamiento. Ambos tramos cumplen con el parámetro mínimo, como muestran las Tablas 14 y 15.

P.K. de VAV	Parámetro	Tipo de curva de perfil
0+271.17m	5426.157m	Cóncavo
0+540.71m	1650.000m	Cóncavo
0+803.64m	1880.654m	Convexo
1+374.72m	2486.821m	Convexo
1+812.25m	1650.000m	Cóncavo
2+103.98m	800.000m	Convexo

Tabla 14: Análisis de cumplimiento mínimo de los parámetros Kv para el tramo 1. (Fuente: Elaboración propia).

P.K. de VAV	Parámetro	Tipo de curva de perfil
3+186.45m	1165.456m	Convexo
3+511.75m	1251.726m	Convexo
3+700.00m	2378.598m	Convexo

Tabla 15: Análisis de cumplimiento mínimo de los parámetros Kv para el tramo 2. (Fuente: Elaboración propia).

- Consideración estética.

Los acuerdos verticales, para evitar la aparición de codos ópticos, deben de contar con una longitud de desarrollo mínima marcada por la velocidad de proyecto. Para el tramo 1, los resultados se adjuntan en la Tabla 16 y para el tramo 2 en la 17.

P.K. de VAV	Tipo de curva de perfil	Vp (Km/h)	Longitud de la curva
0+271.17m	Cóncavo	60	63.000m
0+540.71m	Cóncavo	60	91.529m
0+803.64m	Convexo	60	65.000m
1+374.72m	Convexo	60	62.000m
1+812.25m	Cóncavo	60	105.718m
2+103.98m	Convexo	60	86.030m

Tabla 16: Longitud de los acuerdos verticales para el tramo 1. (Fuente: Elaboración propia).

P.K. de VAV	Tipo de curva de perfil	Vp (Km/h)	Longitud de la curva
3+186.45m	Convexo	40	49.281m
3+511.75m	Convexo	40	52.000m
3+700.00m	Convexo	40	44.628m

Tabla 17: Longitud de los acuerdos verticales para el tramo 2. (Fuente: Elaboración propia).

6.3 SECCIÓN TRANSVERSAL

Para la elaboración de la sección transversal, se ha seguido la Tabla 18 extraída de la Norma 3.1IC.

Este proyecto versa sobre una carretera convencional con dos tramos diferenciados con velocidades de proyecto de 40 km/h y 60 km/h.

Para el tramo 1, el ancho del carril se ha decidido hacer de 3,50 metros de ancho, seguido de un arcén exterior tanto izquierdo como derecho de 1 metro de anchura y la berma de 0,75. (Figura 5)

Para el tramo 2, al ser de una tipología de vía C-40 y con el objetivo de minimizar los costes en lo que a desmontes y terraplenes se refiere, se disponen 3 metros de ancho de carril. Junto a él, se añaden 0,50 metros de arcén y 0,50 metros de berma. El motivo por el cual se ha decidido adoptar los valores mínimos que establece la normativa para este tipo de vías es por evitar una gran transición entre la calzada ya existente y la que se propone en el presente proyecto. (Figura 6).

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Tabla 18: Dimensiones de la sección transversal. (Fuente: Norma 3.1-IC).

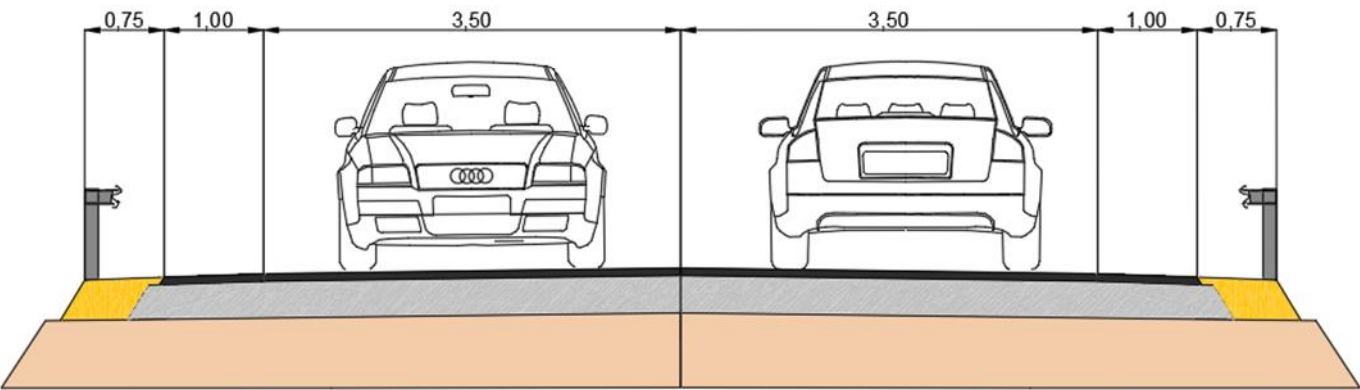


Figura 4: Sección transversal de la nueva calzada del tramo 1. (Fuente: Elaboración propia)

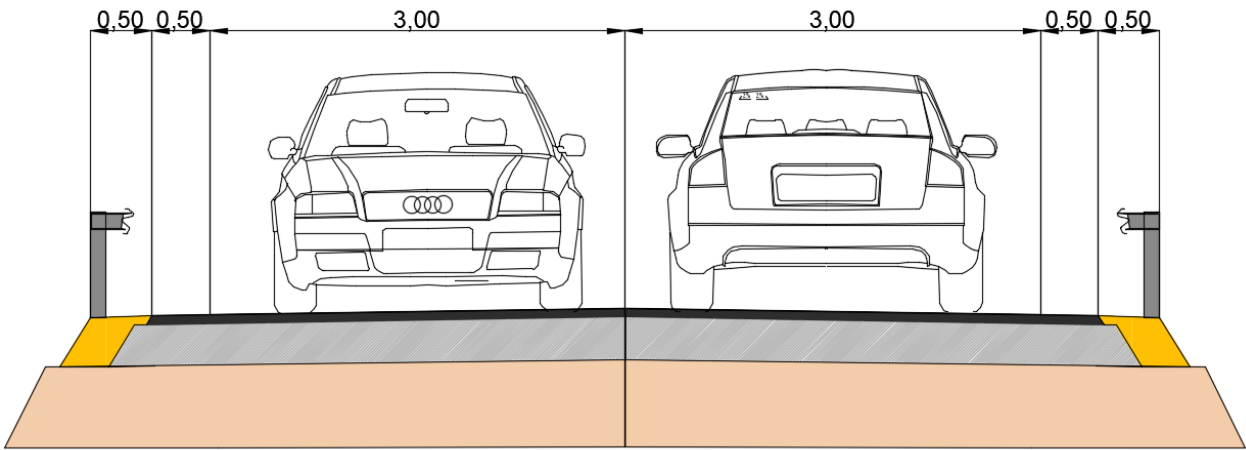


Figura 6: Sección transversal de la nueva calzada del tramo 1. (Fuente: Elaboración propia)

6.4 CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

Para el estudio de la seguridad vial se ha desarrollado un análisis de la consistencia del trazado geométrico de la carretera según el criterio II de Lamm. El diseño de la carretera viene directamente influenciado por este estudio, ya que se ha intentado adaptar el nuevo trazado a la normativa vigente teniendo en cuenta los decrementos de velocidad.

Para tener un resultado más visual, se adjuntan las Tablas 19, 21, 23 y 25 las cuales son los resultados del trazado actual y que vienen incluidas también en el Anejo 4, Análisis del trazado. Las Tablas 20 y 22 muestran los resultados obtenidos para el tramo 1, mientras que las Tablas 24 y 26 los muestran para el tramo 2.

CONSISTENCIA SEGÚN LAMM II TRAMO I					
Sentido creciente					
PK inicial	PK final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Tipo de inconsistencia
34	43	59,71	55,61	4,1	Buena
99	115	71,09	66,65	4,44	Buena
135	160	67,92	57,78	10,14	Aceptable
224	265	73,84	57,78	16,06	Aceptable
384	443	83,35	68,68	14,67	Aceptable
480	503	74,08	67,71	6,38	Buena
587	600	78,19	75,63	2,57	Buena
615	642	75,63	68,68	6,95	Buena
706	709	75,16	74,53	0,63	Buena
743	783	75,12	61,37	13,74	Aceptable
802	829	62,76	46,66	16,1	Aceptable
911	924	81,95	79,87	2,08	Buena
945	1007	80,23	36,84	43,38	Pobre
1067	1090	73,12	66,65	6,46	Buena
1170	1217	77,94	62,89	15,05	Aceptable
1312	1354	81,19	71,96	9,23	Buena
1396	1429	77,09	68,68	8,41	Buena
1510	1563	80,94	66,65	14,29	Aceptable
1623	1629	76,78	75,63	1,15	Buena
1654	1713	77,85	46,66	31,18	Pobre
1742	1767	58,36	36,84	21,51	Pobre
1916	1964	73,18	46,66	26,51	Pobre
2115	2116	76,76	76,62	0,14	Buena
2196	2264	85,3	68,68	16,62	Aceptable
2293	2312	73,54	68,68	4,86	Buena
2347	2393	73,9	53,11	20,79	Pobre
2523	2583	79,05	36,84	42,21	Pobre
2691	2702	73,15	70,43	2,72	Buena
2759	2802	79,74	68,68	11,06	Aceptable
2834	2861	72,81	59,27	13,54	Aceptable

Tabla 19: Consistencia según Lamm en el Tramo I para el sentido creciente de la carretera actual. (Fuente: Elaboración propia).

CONSISTENCIA SEGÚN LAMM II TRAMO I					
Sentido creciente					
PK inicial	PK final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Tipo de inconsistencia
379	381	91,04	90,88	0,17	Buena
518	593	90,88	79,15	11,73	Aceptable
708	770	86,65	74,53	12,12	Aceptable
922	969	84,22	75,09	9,13	Buena
1334	1384	87,88	80,55	7,34	Buena
1531	1606	89,39	75,63	13,76	Aceptable
1668	1711	83,78	75,63	8,15	Buena
1828	1895	83,16	63,2	19,96	Aceptable
2230	2299	78,19	58,56	19,63	Aceptable
2429	2489	65,23	40,26	24,97	Pobre
2597	2608	73,15	70,43	2,72	Buena

Tabla 20: Consistencia según Lamm en el Tramo I para el sentido creciente. (Fuente: Elaboración propia).

Se observa que se tenía una inconsistencia buena y aceptable en gran parte del tramo 1 con sentido creciente. Con los cambios llevados a cabo, la consistencia del tramo solo resulta pobre entre los PK 02+429 y 02+489, justo en la zona urbanizada. 200 metros aproximadamente antes de este punto, existe una señal informativa que avisa del paso de peatones, así como de la velocidad recomendada. Esta señal puede encontrarse en el Anejo 8, Señalización.

Sentido decreciente					
PK inicial	PK final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Tipo de inconsistencia
2833	2812	74,29	68,68	5,61	Buena
2741	2703	79,59	70,43	9,16	Buena
2646	2585	79,71	36,84	42,87	Pobre
2461	2416	73,15	53,11	20,04	Pobre
2339	2319	73,9	68,68	5,22	Buena
2286	2267	73,54	68,68	4,86	Buena
2172	2128	84,61	76,62	7,99	Buena
2084	2018	80,82	46,66	34,16	Pobre
1837	1781	76,74	36,84	39,9	Pobre
1751	1724	63,09	46,66	16,43	Aceptable
1644	1638	76,74	75,63	1,11	Buena
1612	1572	77,88	66,65	11,22	Aceptable
1489	1441	80,93	68,68	12,25	Aceptable
1385	1364	76,73	71,96	4,77	Buena
1291	1231	81,62	62,89	18,73	Aceptable
1152	1112	77,88	66,65	11,22	Aceptable
1060	1011	72,78	36,84	35,94	Pobre
906	845	79,03	46,66	32,37	Pobre
802	797	63,26	61,37	1,88	Buena
698	670	76,06	68,68	7,38	Buena
574	531	79,2	67,71	11,5	Aceptable
471	451	73,91	68,68	5,23	Buena
349	273	84,95	57,78	27,17	Pobre
211	170	73,84	57,78	16,06	Aceptable
131	129	67,01	66,65	0,36	Buena
91	54	71,45	55,61	15,84	Aceptable

Tabla 21: Consistencia según Lamm en el Tramo I para el sentido decreciente de la carretera actual. (Fuente: Elaboración propia).

Sentido decreciente					
PK inicial	PK final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Tipo de inconsistencia
2552	2491	65,68	41,47	24,21	Pobre
2369	2324	73,15	53,79	19,36	Aceptable
2043	1988	79,28	61,37	17,9	Aceptable
1805	1771	81,96	75,63	6,34	Buena
1650	1607	83,78	75,63	8,15	Buena
1448	1400	87,6	80,55	7,06	Buena
1153	1073	89,86	75,09	14,77	Aceptable
901	852	84,27	74,53	9,74	Buena
686	643	86,06	79,15	6,9	Buena
371	324	89,36	83,35	6,01	Buena

Tabla 22: Consistencia según Lamm en el Tramo I para el sentido decreciente. (Fuente: Elaboración propia).

Para el tramo 1 en sentido decreciente aparecían más problemas de consistencia. Con las medidas adoptadas se ha mejorado notablemente la inconsistencia del trazado, teniendo una zona pobre en la zona urbanizada del río Juanes. Previamente, en el PK 03+250 de la actual carretera existe una señal informativa que avisa del paso de peatones, así como de la velocidad recomendada. Esta señal puede encontrarse en el Anejo 8, Señalización.

CONSISTENCIA SEGÚN LAMM II TRAMO II					
Sentido creciente					
PK inicial	PK final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Tipo de inconsistencia
2861	2881	59,27	46,66	12,61	Aceptable
2907	2929	56,21	36,84	19,37	Aceptable
2953	2975	56,21	36,84	19,37	Aceptable
3068	3085	73,15	68,68	4,47	Buena
3120	3159	73	57,78	15,22	Aceptable
3178	3200	57,78	42,35	15,43	Aceptable
3270	3323	75,11	36,84	38,27	Pobre
3374	3423	73,1	36,84	36,26	Pobre
3462	3475	59,76	53,11	6,65	Buena
3509	3544	65	36,84	28,15	Pobre
3707	3751	73,19	53,11	20,08	Pobre
3799	3807	68,76	66,65	2,11	Buena
3936	4005	84,21	64,26	19,94	Aceptable
4007	4023	64,26	57,78	6,48	Buena
4050	4078	60,42	36,84	23,58	Pobre
4110	4154	73,09	53,11	19,98	Aceptable
4216	4223	64	61,37	2,62	Buena
4317	4335	77,05	73,32	3,74	Buena
4382	4422	79,54	69,58	9,96	Buena
4438	4481	69,58	36,84	32,74	Pobre
4505	4530	70,3	61,37	8,92	Buena
4559	4569	65,09	61,37	3,72	Buena
4618	4622	69,78	68,68	1,1	Buena
4629	4665	69,83	53,11	16,72	Aceptable
4696	4722	62,42	46,66	15,76	Aceptable
4879	4943	84,62	68,68	15,94	Aceptable
5039	5055	82,42	79,87	2,55	Buena
5103	5165	81,73	61,37	20,35	Pobre
5192	5214	63,96	53,11	10,85	Aceptable
5293	5310	74,66	70,43	4,24	Buena
5329	5376	71,66	36,84	34,82	Pobre
5396	5397	53,65	53,11	0,54	Buena
5482	5543	81,44	61,37	20,07	Pobre
5632	5692	81,15	61,37	19,78	Aceptable
5755	5778	77,05	71,96	5,1	Buena
5791	5836	71,96	46,66	25,29	Pobre

Tabla 23: Consistencia según Lamm en el Tramo II para el sentido creciente de la carretera actual. (Fuente: Elaboración propia).

CONSISTENCIA SEGÚN LAMM II TRAMO II					
Sentido creciente					
PK inicial	PK final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Tipo de inconsistencia
2693	2708	72,73	68,68	4,05	Buena
2740	2787	72,63	46,66	25,97	Pobre
2813	2835	56,21	36,84	19,37	Aceptable
2859	2881	56,21	36,84	19,37	Aceptable
2974	2991	73,15	68,68	4,47	Buena
3027	3066	73,14	57,78	15,36	Aceptable
3084	3106	57,78	42,35	15,43	Aceptable
3169	3214	75,11	57,78	17,33	Aceptable
3286	3322	71,88	57,78	14,1	Aceptable
3391	3428	74,05	61,37	12,68	Aceptable
3721	3786	82,36	63,56	18,8	Aceptable
3875	3915	75,02	61,37	13,64	Aceptable
3954	3982	71	61,37	9,63	Buena
4062	4079	77,03	73,32	3,72	Buena
4127	4167	79,46	69,58	9,87	Buena
4183	4226	69,58	52,98	16,6	Aceptable
4250	4275	70,3	61,37	8,92	Buena
4304	4314	65,09	61,37	3,72	Buena
4363	4367	69,78	68,68	1,1	Buena
4374	4410	69,99	53,11	16,88	Aceptable
4441	4467	62,42	46,66	15,76	Aceptable
4624	4688	84,62	68,68	15,94	Aceptable
4784	4800	82,42	79,87	2,55	Buena
4848	4910	81,73	61,37	20,35	Pobre
4937	4959	63,96	53,11	10,85	Aceptable
5038	5055	74,66	70,43	4,24	Buena
5074	5121	71,66	36,84	34,82	Pobre
5141	5142	53,65	53,11	0,54	Buena
5227	5288	81,44	61,37	20,07	Pobre
5377	5437	81,15	61,37	19,78	Aceptable
5500	5523	77,05	71,96	5,1	Buena
5536	5581	71,96	46,66	25,29	Pobre

Tabla 24: Consistencia según Lamm en el Tramo II para el sentido creciente. (Fuente: Elaboración propia).

Sentido decreciente					
PK inicial	PK final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Tipo de inconsistencia
5919	5897	59,74	46,66	13,07	Aceptable
5741	5692	77,86	61,37	16,49	Aceptable
5610	5550	81,15	61,37	19,78	Aceptable
5474	5428	78,28	64,26	14,02	Aceptable
5423	5387	65,22	36,84	28,38	Pobre
5333	5322	73,12	70,43	2,69	Buena
5284	5236	74,78	53,11	21,67	Pobre
5188	5182	63,63	61,37	2,26	Buena
5088	5087	80,04	79,87	0,16	Buena
5021	4960	83,76	68,68	15,08	Aceptable
4858	4832	83,41	79,15	4,25	Buena
4802	4732	82,58	46,66	35,92	Pobre
4695	4674	63,51	53,11	10,4	Aceptable
4625	4623	69,12	68,68	0,44	Buena
4612	4586	70,59	61,37	9,21	Buena
4555	4545	65,09	61,37	3,72	Buena
4519	4484	64,39	36,84	27,55	Pobre
4452	4438	73,07	69,58	3,48	Buena
4367	4340	79,13	73,32	5,81	Buena
4304	4254	78	61,37	16,63	Aceptable
4212	4189	64,39	53,11	11,28	Aceptable
4121	4084	66,24	36,84	29,4	Pobre
4061	4042	65,57	57,78	7,79	Buena
3888	3825	83,34	66,65	16,69	Aceptable
3795	3760	69,17	53,11	16,06	Aceptable
3620	3558	79,1	36,84	42,25	Pobre
3521	3480	72,03	53,11	18,92	Aceptable
3470	3449	55,36	36,84	18,52	Aceptable
3387	3337	73,1	36,84	36,26	Pobre
3265	3215	73,12	42,35	30,77	Pobre
3111	3097	72,43	68,68	3,75	Buena
3041	2985	76,73	36,84	39,88	Pobre
2964	2942	56,21	36,84	19,37	Aceptable
2915	2892	60,94	46,66	14,27	Aceptable

Tabla 25: Consistencia según Lamm en el Tramo II para el sentido decreciente de la carretera actual. (Fuente: Elaboración propia).

Sentido decreciente					
PK inicial	PK final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Tipo de inconsistencia
5664	5642	59,74	46,66	13,07	Aceptable
5486	5437	77,86	61,37	16,49	Aceptable
5355	5295	81,15	61,37	19,78	Aceptable
5219	5173	78,28	64,26	14,02	Aceptable
5168	5132	65,22	36,84	28,38	Pobre
5078	5067	73,12	70,43	2,69	Buena
5029	4981	74,78	53,11	21,67	Pobre
4933	4927	63,63	61,37	2,26	Buena
4833	4832	80,04	79,87	0,16	Buena
4766	4705	83,76	68,68	15,08	Aceptable
4603	4577	83,41	79,15	4,25	Buena
4547	4477	82,58	46,66	35,92	Pobre
4440	4419	63,51	53,11	10,4	Aceptable
4369	4367	69,23	68,68	0,55	Buena
4357	4331	70,59	61,37	9,21	Buena
4300	4290	65,09	61,37	3,72	Buena
4264	4229	64,39	45,61	18,78	Aceptable
4197	4183	73,07	69,58	3,49	Buena
4113	4086	78,97	73,32	5,65	Buena
4048	3999	77,9	61,37	16,53	Aceptable
3945	3917	71	61,37	9,63	Buena
3861	3821	75,02	61,37	13,65	Aceptable
3532	3467	82,36	63,6	18,76	Aceptable
3379	3337	73,86	57,78	16,08	Aceptable
3276	3240	71,88	57,78	14,1	Aceptable
3168	3121	71,88	52,65	19,23	Aceptable
3017	3003	72,47	68,68	3,79	Buena
2947	2891	60,05	40,15	19,9	Aceptable
2870	2848	56,21	36,84	19,37	Aceptable
2821	2798	60,94	46,66	14,28	Aceptable
2739	2719	74,03	68,68	5,35	Buena

Tabla 26: Consistencia según Lamm en el Tramo II para el sentido decreciente. (Fuente: Elaboración propia).

Para el tramo 2 tanto en el sentido creciente como decreciente, las actuaciones tienen lugar desde el PK 03+100 hasta el PK 03+950 en el nuevo trazado, que se corresponden del PK 03+300 al 04+200 en la carretera actual. Como puede observarse, este tramo presenta una consistencia pobre en ese intervalo de PKs por lo que el rediseño del trazado ha traído consigo una mejora importante en cuanto a consistencia se refiere.

En general, para los cambios implementados, se ha cumplido con el objetivo y se han conseguido tanto consistencias buenas como aceptables. En otras ocasiones, al no poder hacer modificaciones en el trazado, se dispondrán de elementos de seguridad vial como señalización vertical o una mejora en conjunto de las condiciones de la carretera para hacer de esta un recorrido más seguro tanto para peatones, ciclistas o usuarios con vehículos de motor.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Orden FOM 273/2016, BOE-A-2016-2217 de 19 de febrero de 2016. Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Consistencia del Diseño Geométrico de Carreteras: Concepto y Criterios. García García, Alfredo; Camacho Torregrosa, Fco. Javier y Pérez Zuriaga, Ana María. Departamento de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes.
- Normas y señales reguladoras de la circulación – DGT: <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/XVIII-Curso-de-Profesores/Normas-y-seniales.pdf>
- Orden FOM/534/2014, BOE-A-2014-3654 de 5 de abril de 2014. Norma 8.1-IC señalización vertical de la Instrucción de Carreteras.
- Perez Zuriaga, A. M., Garcia Garcia, A., Camacho-Torregrosa, F. J., & D'Attoma, P. (2010). Modeling operating speed and deceleration on two-lane rural roads with global positioning system data. Transportation Research Record, 2171, 11-20.
- Camacho-Torregrosa, F. J., Pérez-Zuriaga, A. M., Campoy-Ungría, J. M., & García-García, A. (2013). New geometric design consistency model based on operating speed profiles for road safety evaluation. Accident Analysis & Prevention, 61, 33-42.





APÉNDICE 1. ESTADO DE ALINEACIONES PLANTA



Tipo	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Ángulo de incremento	Radio	Grado de curvatura por arco
Recta	0+000.00m	0+250.04m	250.042m				
Clotoide	0+250.04m	0+307.64m	57.600m	120.000m	7.3339 (gc)		
Curva circular	0+307.64m	0+323.54m	15.894m		4.0473 (gc)	250.000m	7.6394 (gc)
Clotoide	0+323.54m	0+381.14m	57.600m	120.000m	7.3339 (gc)		
Recta	0+381.14m	0+537.93m	156.795m				
Clotoide	0+537.93m	0+593.49m	55.556m	100.000m	9.8244 (gc)		
Curva circular	0+593.49m	0+643.36m	49.878m		17.6408 (gc)	180.000m	10.6103 (gc)
Clotoide	0+643.36m	0+698.92m	55.556m	100.000m	9.8244 (gc)		
Recta	0+698.92m	0+700.36m	1.442m				
Clotoide	0+700.36m	0+769.79m	69.423m	95.000m	16.9985 (gc)		
Curva circular	0+769.79m	0+852.21m	82.428m		40.3658 (gc)	130.000m	14.6912 (gc)
Clotoide	0+852.21m	0+914.52m	62.308m	90.000m	15.2563 (gc)		
Recta	0+914.52m	0+915.44m	0.922m				
Clotoide	0+915.44m	0+968.96m	53.519m	85.000m	12.6189 (gc)		
Curva circular	0+968.96m	1+072.89m	103.933m		49.0115 (gc)	135.000m	14.1471 (gc)
Clotoide	1+072.89m	1+126.41m	53.519m	85.000m	12.6189 (gc)		
Recta	1+126.41m	1+329.13m	202.720m				
Clotoide	1+329.13m	1+384.26m	55.125m	105.000m	8.7734 (gc)		
Curva circular	1+384.26m	1+399.75m	15.489m		4.9304 (gc)	200.000m	9.5493 (gc)
Clotoide	1+399.75m	1+454.87m	55.125m	105.000m	8.7734 (gc)		
Recta	1+454.87m	1+554.78m	99.911m				
Clotoide	1+554.78m	1+606.39m	51.607m	85.000m	11.7336 (gc)		
Curva circular	1+606.39m	1+607.14m	0.749m		0.3405 (gc)	140.000m	13.6419 (gc)
Clotoide	1+607.14m	1+658.75m	51.607m	85.000m	11.7336 (gc)		
Recta	1+658.75m	1+659.75m	1.004m				
Clotoide	1+659.75m	1+711.36m	51.607m	85.000m	11.7336 (gc)		
Curva circular	1+711.36m	1+771.49m	60.130m		27.3429 (gc)	140.000m	13.6419 (gc)
Clotoide	1+771.49m	1+842.92m	71.429m	100.000m	16.2403 (gc)		
Recta	1+842.92m	1+844.13m	1.218m				
Clotoide	1+844.13m	1+894.55m	50.417m	55.000m	26.7469 (gc)		
Curva circular	1+894.55m	1+988.27m	93.722m		99.4419 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	1+988.27m	2+029.94m	41.667m	50.000m	22.1049 (gc)		
Recta	2+029.94m	2+258.23m	228.291m				
Clotoide	2+258.23m	2+298.73m	40.500m	40.249m	32.2289 (gc)		
Curva circular	2+298.73m	2+323.54m	24.816m		39.4951 (gc)	40.000m	47.7465 (gc)
Clotoide	2+323.54m	2+353.54m	30.000m	34.641m	23.8732 (gc)		
Recta	2+353.54m	2+459.26m	105.713m				
Clotoide	2+459.26m	2+489.26m	30.000m	24.495m	47.7465 (gc)		
Curva circular	2+489.26m	2+490.85m	1.589m		5.0580 (gc)	20.000m	95.4930 (gc)
Clotoide	2+490.85m	2+520.85m	30.000m	24.495m	47.7465 (gc)		
Recta	2+520.85m	2+587.89m	67.045m				
Clotoide	2+587.89m	2+607.89m	20.000m	44.721m	6.3662 (gc)		
Curva circular	2+607.89m	2+609.53m	1.636m		1.0415 (gc)	100.000m	19.0986 (gc)
Clotoide	2+609.53m	2+629.53m	20.000m	44.721m	6.3662 (gc)		
Recta	2+629.53m	2+692.93m	63.400m				
Clotoide	2+692.93m	2+707.93m	15.000m	36.742m	5.3052 (gc)		
Curva circular	2+707.93m	2+718.58m	10.648m		7.5318 (gc)	90.000m	21.2207 (gc)
Clotoide	2+718.58m	2+733.58m	15.000m	36.742m	5.3052 (gc)		
Recta	2+733.58m	2+766.82m	33.241m				

Clotoide	2+766.82m	2+786.82m	20.000m	24.495m	21.2207 (gc)		
Curva circular	2+786.82m	2+798.01m	11.196m		23.7579 (gc)	30.000m	63.6620 (gc)
Clotoide	2+798.01m	2+818.01m	20.000m	24.495m	21.2207 (gc)		
Recta	2+818.01m	2+830.28m	12.264m				
Clotoide	2+830.28m	2+835.28m	5.000m	7.071m	15.9155 (gc)		
Curva circular	2+835.28m	2+848.11m	12.837m		81.7199 (gc)	10.000m	190.9859 (gc)
Clotoide	2+848.11m	2+853.11m	5.000m	7.071m	15.9155 (gc)		
Recta	2+853.11m	2+875.62m	22.511m				
Clotoide	2+875.62m	2+880.62m	5.000m	7.071m	15.9155 (gc)		
Curva circular	2+880.62m	2+891.24m	10.615m		67.5787 (gc)	10.000m	190.9859 (gc)
Clotoide	2+891.24m	2+896.24m	5.000m	7.071m	15.9155 (gc)		
Recta	2+896.24m	2+966.47m	70.231m				
Clotoide	2+966.47m	2+991.47m	25.000m	47.434m	8.8419 (gc)		
Curva circular	2+991.47m	3+002.87m	11.396m		8.0611 (gc)	90.000m	21.2207 (gc)
Clotoide	3+002.87m	3+027.87m	25.000m	47.434m	8.8419 (gc)		
Recta	3+027.87m	3+058.00m	30.140m				
Clotoide	3+058.00m	3+065.50m	7.500m	19.365m	4.7746 (gc)		
Curva circular	3+065.50m	3+088.62m	23.118m		29.4349 (gc)	50.000m	38.1972 (gc)
Clotoide	3+088.62m	3+096.12m	7.500m	19.365m	4.7746 (gc)		
Recta	3+096.12m	3+101.10m	4.982m				
Clotoide	3+101.10m	3+106.10m	5.000m	11.180m	6.3662 (gc)		
Curva circular	3+106.10m	3+121.30m	15.194m		38.6907 (gc)	25.000m	76.3944 (gc)
Clotoide	3+121.30m	3+126.30m	5.000m	11.180m	6.3662 (gc)		
Recta	3+126.30m	3+173.94m	47.643m				
Clotoide	3+173.94m	3+214.44m	40.500m	45.000m	25.7831 (gc)		
Curva circular	3+214.44m	3+240.28m	25.833m		32.8920 (gc)	50.000m	38.1972 (gc)
Clotoide	3+240.28m	3+280.78m	40.500m	45.000m	25.7831 (gc)		
Recta	3+280.78m	3+281.05m	0.278m				
Clotoide	3+281.05m	3+321.55m	40.500m	45.000m	25.7831 (gc)		
Curva circular	3+321.55m	3+337.27m	15.712m		20.0052 (gc)	50.000m	38.1972 (gc)
Clotoide	3+337.27m	3+377.77m	40.500m	45.000m	25.7831 (gc)		
Recta	3+377.77m	3+377.78m	0.010m				
Clotoide	3+377.78m	3+428.19m	50.417m	55.000m	26.7469 (gc)		
Curva circular	3+428.19m	3+467.05m	38.856m		41.2275 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	3+467.05m	3+508.71m	41.667m	50.000m	22.1049 (gc)		
Recta	3+508.71m	3+744.65m	235.933m				
Clotoide	3+744.65m	3+786.31m	41.667m	50.000m	22.1049 (gc)		
Curva circular	3+786.31m	3+821.11m	34.796m		36.9195 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	3+821.11m	3+871.53m	50.417m	55.000m	26.7469 (gc)		
Recta	3+871.53m	3+873.16m	1.630m				
Clotoide	3+873.16m	3+914.82m	41.667m	50.000m	22.1049 (gc)		
Curva circular	3+914.82m	3+917.41m	2.589m		2.7475 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	3+917.41m	3+959.08m	41.667m	50.000m	22.1049 (gc)		
Recta	3+959.08m	3+959.31m	0.234m				
Clotoide	3+959.31m	3+982.13m	22.817m	37.000m	12.1046 (gc)		
Curva circular	3+982.13m	3+998.88m	16.746m		17.7675 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	3+998.88m	3+999.88m	1.000m	7.746m	0.5305 (gc)		
Recta	3+999.88m	4+069.28m	69.403m				
Clotoide	4+069.28m	4+079.28m	10.000m	34.641m	2.6526 (gc)		
Curva circular	4+079.28m	4+085.54m	6.262m		3.3221 (gc)	120.000m	15.9155 (gc)
Clotoide	4+085.54m	4+095.54m	10.000m	34.641m	2.6526 (gc)		
Recta	4+095.54m	4+149.45m	53.912m				

Clotoide	4+149.45m	4+167.23m	17.778m	41.096m	5.9567 (gc)		
Curva circular	4+167.23m	4+183.22m	15.990m		10.7151 (gc)	95.000m	20.1038 (gc)
Clotoide	4+183.22m	4+201.00m	17.778m	41.096m	5.9567 (gc)		
Recta	4+201.00m	4+205.57m	4.575m				
Clotoide	4+205.57m	4+225.57m	20.000m	20.000m	31.8310 (gc)		
Curva circular	4+225.57m	4+228.70m	3.123m		9.9412 (gc)	20.000m	95.4930 (gc)
Clotoide	4+228.70m	4+248.70m	20.000m	20.000m	31.8310 (gc)		
Recta	4+248.70m	4+260.39m	11.693m				
Clotoide	4+260.39m	4+275.39m	15.000m	30.000m	7.9577 (gc)		
Curva circular	4+275.39m	4+289.72m	14.334m		15.2086 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	4+289.72m	4+304.72m	15.000m	30.000m	7.9577 (gc)		
Recta	4+304.72m	4+308.56m	3.835m				
Clotoide	4+308.56m	4+313.56m	5.000m	17.321m	2.6526 (gc)		
Curva circular	4+313.56m	4+330.67m	17.116m		18.1608 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	4+330.67m	4+335.67m	5.000m	17.321m	2.6526 (gc)		
Recta	4+335.67m	4+351.69m	16.017m				
Clotoide	4+351.69m	4+366.69m	15.000m	36.742m	5.3052 (gc)		
Curva circular	4+366.69m	4+367.46m	0.768m		0.5435 (gc)	90.000m	21.2207 (gc)
Clotoide	4+367.46m	4+382.46m	15.000m	36.742m	5.3052 (gc)		
Recta	4+382.46m	4+395.17m	12.717m				
Clotoide	4+395.17m	4+410.17m	15.000m	24.495m	11.9366 (gc)		
Curva circular	4+410.17m	4+418.59m	8.417m		13.3960 (gc)	40.000m	47.7465 (gc)
Clotoide	4+418.59m	4+433.59m	15.000m	24.495m	11.9366 (gc)		
Recta	4+433.59m	4+459.87m	26.283m				
Clotoide	4+459.87m	4+467.37m	7.500m	15.000m	7.9577 (gc)		
Curva circular	4+467.37m	4+477.40m	10.021m		21.2643 (gc)	30.000m	63.6620 (gc)
Clotoide	4+477.40m	4+484.90m	7.500m	15.000m	7.9577 (gc)		
Recta	4+484.90m	4+555.72m	70.822m				
Clotoide	4+555.72m	4+575.72m	20.000m	60.000m	3.5368 (gc)		
Curva circular	4+575.72m	4+576.81m	1.094m		0.3869 (gc)	180.000m	10.6103 (gc)
Clotoide	4+576.81m	4+596.81m	20.000m	60.000m	3.5368 (gc)		
Recta	4+596.81m	4+678.23m	81.419m				
Clotoide	4+678.23m	4+688.23m	10.000m	30.000m	3.5368 (gc)		
Curva circular	4+688.23m	4+704.90m	16.674m		11.7945 (gc)	90.000m	21.2207 (gc)
Clotoide	4+704.90m	4+714.90m	10.000m	30.000m	3.5368 (gc)		
Recta	4+714.90m	4+789.84m	74.940m				
Clotoide	4+789.84m	4+799.84m	10.000m	43.589m	1.6753 (gc)		
Curva circular	4+799.84m	4+832.00m	32.159m		10.7753 (gc)	190.000m	10.0519 (gc)
Clotoide	4+832.00m	4+841.74m	9.732m	43.000m	1.6303 (gc)		
Recta	4+841.74m	4+903.32m	61.586m				
Clotoide	4+903.32m	4+910.32m	7.000m	20.494m	3.7136 (gc)		
Curva circular	4+910.32m	4+926.76m	16.439m		17.4421 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	4+926.76m	4+933.76m	7.000m	20.494m	3.7136 (gc)		
Recta	4+933.76m	4+938.74m	4.977m				
Clotoide	4+938.74m	4+958.74m	20.000m	28.284m	15.9155 (gc)		
Curva circular	4+958.74m	4+980.72m	21.980m		34.9817 (gc)	40.000m	47.7465 (gc)
Clotoide	4+980.72m	5+000.72m	20.000m	28.284m	15.9155 (gc)		
Recta	5+000.72m	5+044.71m	43.991m				
Clotoide	5+044.71m	5+054.71m	10.000m	31.623m	3.1831 (gc)		
Curva circular	5+054.71m	5+066.81m	12.105m		7.7061 (gc)	100.000m	19.0986 (gc)
Clotoide	5+066.81m	5+076.81m	10.000m	31.623m	3.1831 (gc)		

Recta	5+076.81m	5+119.19m	42.379m				
Clotoide	5+119.19m	5+121.19m	2.000m	3.162m	12.7324 (gc)		
Curva circular	5+121.19m	5+132.39m	11.198m		142.5719 (gc)	5.000m	381.9719 (gc)
Clotoide	5+132.39m	5+134.39m	2.000m	3.162m	12.7324 (gc)		
Recta	5+134.39m	5+139.21m	4.825m				
Clotoide	5+139.21m	5+141.71m	2.500m	10.000m	1.9894 (gc)		
Curva circular	5+141.71m	5+148.58m	6.862m		10.9208 (gc)	40.000m	47.7465 (gc)
Clotoide	5+148.58m	5+151.08m	2.500m	10.000m	1.9894 (gc)		
Recta	5+151.08m	5+151.81m	0.734m				
Clotoide	5+151.81m	5+171.81m	20.000m	37.417m	9.0946 (gc)		
Curva circular	5+171.81m	5+173.17m	1.360m		1.2372 (gc)	70.000m	27.2837 (gc)
Clotoide	5+173.17m	5+193.17m	20.000m	37.417m	9.0946 (gc)		
Recta	5+193.17m	5+263.17m	70.002m				
Clotoide	5+263.17m	5+288.17m	25.000m	38.730m	13.2629 (gc)		
Curva circular	5+288.17m	5+295.22m	7.050m		7.4807 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	5+295.22m	5+320.22m	25.000m	38.730m	13.2629 (gc)		
Recta	5+320.22m	5+421.97m	101.743m				
Clotoide	5+421.97m	5+436.97m	15.000m	30.000m	7.9577 (gc)		
Curva circular	5+436.97m	5+437.06m	0.094m		0.1000 (gc)	60.000m	31.8310 (gc)
Clotoide	5+437.06m	5+452.06m	15.000m	30.000m	7.9577 (gc)		
Recta	5+452.06m	5+507.63m	55.567m				
Clotoide	5+507.63m	5+522.63m	15.000m	40.620m	4.3406 (gc)		
Curva circular	5+522.63m	5+541.19m	18.562m		10.7429 (gc)	110.000m	17.3624 (gc)
Clotoide	5+541.19m	5+556.19m	15.000m	40.620m	4.3406 (gc)		
Recta	5+556.19m	5+571.25m	15.063m				
Clotoide	5+571.25m	5+581.25m	10.000m	17.321m	10.6103 (gc)		
Curva circular	5+581.25m	5+642.34m	61.088m		129.6330 (gc)	30.000m	63.6620 (gc)
Clotoide	5+642.34m	5+652.34m	10.000m	17.321m	10.6103 (gc)		
Recta	5+652.34m	5+772.69m	120.349m				

*En verde aparecen los datos que han sido modificados





APÉNDICE 2. ESTADO DE ALINEACIONES PERFIL



Tipo	P.K. inicial	P.K. final	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Longitud rasante	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	Cambio de pendiente	Tipo de curva de perfil	Longitud total de la curva	Radio de curva de perfil	Valor de K
Tangente	0+000.00m	0+239.67m			239.671m							
Parábola simétrica	0+239.67m	0+302.67m	0+271.17m	432.209m		-0.34%	0.82%	1.16%	Cóncavo	63.000m	5426.157m	54.262
Tangente	0+302.67m	0+494.95m			192.277m							
Parábola simétrica	0+494.95m	0+586.48m	0+540.71m	434.424m		0.82%	6.37%	5.55%	Cóncavo	91.529m	1650.000m	16.500
Tangente	0+586.48m	0+771.14m			184.664m							
Parábola simétrica	0+771.14m	0+836.14m	0+803.64m	451.170m		6.37%	2.91%	-3.46%	Convexo	65.000m	1880.654m	18.807
Tangente	0+836.14m	1+343.72m			507.582m							
Parábola simétrica	1+343.72m	1+405.72m	1+374.72m	467.804m		2.91%	0.42%	-2.49%	Convexo	62.000m	2486.821m	24.868
Tangente	1+405.72m	1+759.39m			353.669m							
Parábola simétrica	1+759.39m	1+865.11m	1+812.25m	469.639m		0.42%	6.83%	6.41%	Cóncavo	105.718m	1650.000m	16.500
Tangente	1+865.11m	2+060.97m			195.856m							
Parábola simétrica	2+060.97m	2+147.00m	2+103.98m	489.555m		6.83%	-3.93%	-10.75%	Convexo	86.030m	800.000m	8.000
Tangente	2+147.00m	2+332.37m			185.374m							
Parábola simétrica	2+332.37m	2+552.17m	2+442.27m	476.270m		-3.93%	9.39%	13.32%	Cóncavo	219.803m	1650.000m	16.500
Tangente	2+552.17m	2+929.01m			376.836m							
Parábola simétrica	2+929.01m	2+999.90m	2+964.45m	525.326m		9.39%	0.53%	-8.86%	Convexo	70.892m	800.000m	8.000
Tangente	2+999.90m	3+161.81m			161.905m							
Parábola simétrica	3+161.81m	3+211.09m	3+186.45m	526.508m		0.53%	-3.70%	-4.23%	Convexo	49.281m	1165.456m	11.655
Tangente	3+211.09m	3+485.75m			274.666m							
Parábola simétrica	3+485.75m	3+537.75m	3+511.75m	514.486m		-3.70%	-7.85%	-4.15%	Convexo	52.000m	1251.726m	12.517
Tangente	3+537.75m	3+677.69m			139.933m							
Parábola simétrica	3+677.69m	3+722.31m	3+700.00m	499.709m		-7.85%	-9.73%	-1.88%	Convexo	44.628m	2378.598m	23.786
Tangente	3+722.31m	4+029.71m			307.393m							
Parábola simétrica	4+029.71m	4+093.29m	4+061.50m	464.548m		-9.73%	-5.87%	3.85%	Cóncavo	63.584m	1650.000m	16.500
Tangente	4+093.29m	4+386.25m			292.955m							
Parábola simétrica	4+386.25m	4+428.25m	4+407.25m	444.244m		-5.87%	-9.92%	-4.05%	Convexo	42.000m	1037.859m	10.379
Tangente	4+428.25m	5+102.19m			673.948m							
Parábola simétrica	5+102.19m	5+188.13m	5+145.16m	371.047m		-9.92%	-4.71%	5.21%	Cóncavo	85.936m	1650.000m	16.500
Tangente	5+188.13m	5+558.76m			370.626m							
Parábola simétrica	5+558.76m	5+704.22m	5+631.49m	348.135m		-4.71%	4.11%	8.82%	Cóncavo	145.467m	1650.000m	16.500
Tangente	5+704.22m	5+772.69m			68.465m							

*En verde aparecen los datos que han sido modificados.