



## **Trabajo Final de Grado**

# **ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-421 EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS PP.KK. 0+535 y 5+300, EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE TURÍS Y GODELLETA (VALENCIA)**

*Valencia, septiembre de 2017*

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2016/2017

AUTOR: José Vicente Cabo Navarro

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

# ÍNDICE

## MEMORIA

### 1) INTRODUCCIÓN

1.1) Introducción del trabajo final de grado	6
--	---

### 2) ÁMBITO DE ESTUDIO

2.1) Situación y emplazamiento	8
2.2) Entorno del tramo a estudiar	9

### 3) DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1) Análisis geométrico	13
3.2) Tráfico	23
3.3) Señalización y balizamiento	34
3.4) Sistemas de contención	42
3.5) Análisis normativo	45
3.6) Diagnóstico	76

### 4) PROPUESTAS DE MEJORA

4.1) Geometría	84
4.2) Señalización y balizamiento	108
4.3) Sistemas de contención	118
4.4) Estimación económica	123

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	130
---------------------	-----

### ANEJOS

Descripción de la situación actual
Propuestas de mejora

### PLANOS

Situación actual
Propuestas de mejora

# ÍNDICE

## ANEJOS

### Descripción de la situación actual

#### 1) Anejo del Análisis geométrico

Planta: datos de entrada (Clip)  
Planta: puntos del eje cada 20 metros (Clip)  
Planta: puntos singulares del eje (Clip)  
Alzado: datos de entrada (Clip)  
Alzado: cotas en puntos del eje cada 20 metros (Clip)  
Alzado: elementos de la rasante (Clip)  
Visibilidad: velocidad y distancia de parada en curva

#### 2) Anejo del Análisis normativo

Datos geométricos del trazado en planta  
Tablas completas con cálculos y resultados

### Propuestas de mejora

#### 3) Anejo de la Geometría

Planta: datos de entrada (Clip)  
Planta: puntos del eje cada 20 metros (Clip)  
Planta: puntos singulares del eje (Clip)  
Planta: coordinación de radios  
Alzado: datos de entrada (Clip)  
Alzado: cotas en puntos del eje cada 20 metros (Clip)  
Alzado: elementos de la rasante (Clip)  
Visibilidad: velocidad y distancia de parada en curva

#### 4) Anejo de Señalización y balizamiento

Disposición de señalización y balizamiento  
Cálculos de Distancia de Visibilidad Necesaria (Clip)

#### 5) Anejo de la Estimación económica

Mediciones de movimientos de tierras (Clip)  
Mediciones de sección de firme (Clip)

# ÍNDICE

## PLANOS

### Descripción de la situación actual

#### 1) Planos del Análisis geométrico

Planta: escala 1:500 y longitud por plano de 350 m

Alzado: eje PP.KK. escala 1/1000 y eje cotas escala 1/100

Secciones transversales del trazado

### Propuestas de mejora

#### 2) Planos de la Geometría

Planta: escala 1:500 y longitud por plano de 350 m

Alzado: eje PP.KK. escala 1/1000 y eje cotas escala 1/100

Secciones transversales del trazado

Sección transversal tipo en recta

Sección transversal tipo en curva circular

Sección de firme

# 1

## INTRODUCCIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN DEL TABAJO FINAL DE GRADO

El presente trabajo final de grado es un estudio que pretende en primer lugar analizar la problemática de una carretera, para luego presentar medidas que aporten soluciones a los problemas relativos a la seguridad vial identificados. De esta manera estamos ante un trabajo “tipo II”, el cual ofrece una propuesta de mejora de las condiciones actuales de la carretera.

En el estudio se analizará una parte del trazado de la carretera CV-421, concretamente el tramo comprendido entre los PP.KK. 0+535 y 5+300, obteniendo parámetros geométricos, datos de campo en visitas al mismo y aforos de tráfico para un total de 4,765 km de carretera existente.

El objetivo es aplicar los conocimientos de las asignaturas de *Caminos y Aeropuertos e Ingeniería de Tráfico* a un tramo de carretera, identificando incumplimientos normativos y proponiendo mejoras. El trabajo se completará en su parte final con una estimación económica de las medidas propuestas.

Quiero agradecer la colaboración como tutor en el trabajo final de grado de Don José Manuel Campoy Ungría, de quien partió la idea de estudiar el tramo elegido. La superación de los créditos de este trabajo es el paso previo a la obtención de la titulación *Grado en Ingeniería de Obras Públicas*, perteneciente a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Valencia.

# 2

## ÁMBITO DE ESTUDIO

## 2.1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

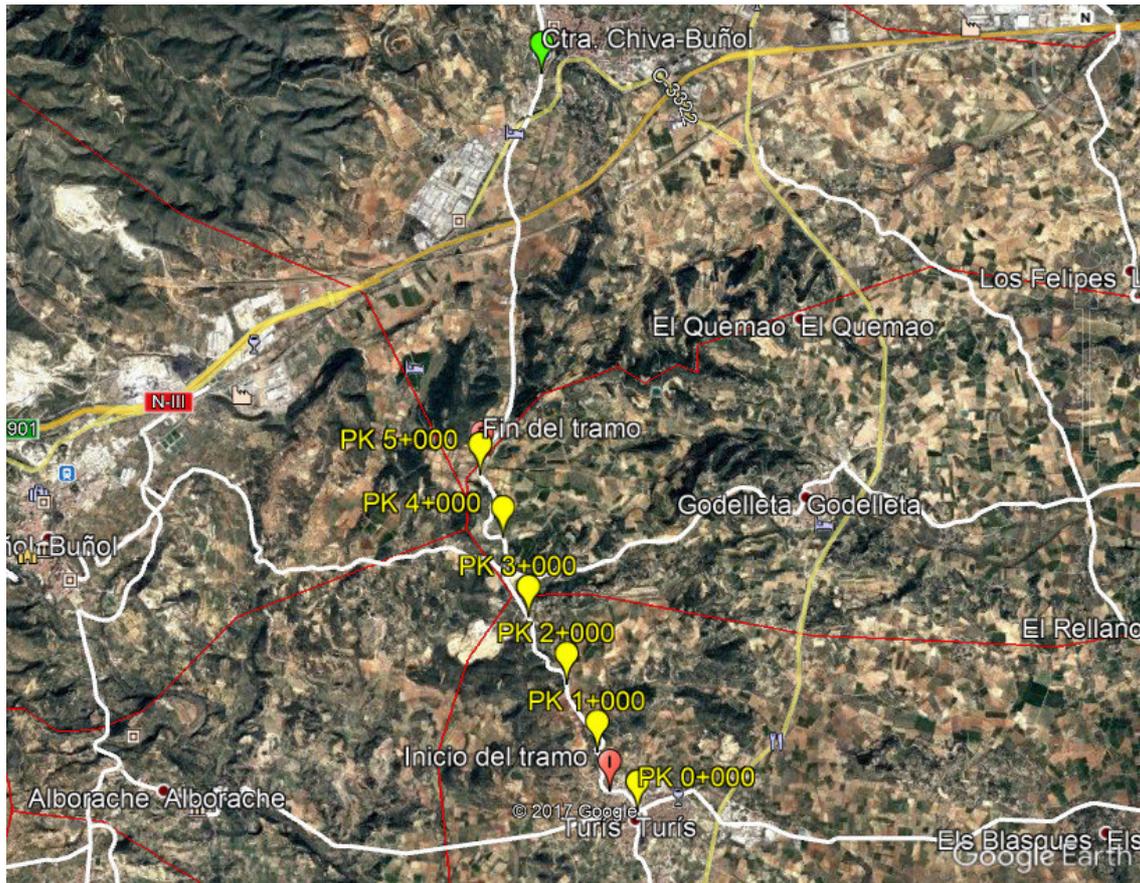
La carretera CV-421 que es objeto del estudio para la mejora del trazado se encuentra situada en el interior de la provincia de Valencia (España). El trazado de la CV-421 recorre tres municipios distintos en el siguiente orden según el sentido creciente de sus puntos kilométricos (PP.KK.): Turís, Godolleta y Chiva. Turís pertenece a la comarca de la Ribera Alta, mientras que Godolleta y Chiva se encuentran situados en la comarca de la Hoya de Buñol.



El inicio de la carretera CV-421 se sitúa en el casco urbano de Turís, teniendo como nexo de unión la carretera CV-415 que atraviesa Turís y que comunica Picassent con Alborache. Otro punto de conexión con otra vía se encuentra en el P.K. 3+710, donde hay una intersección al mismo nivel con la CV-424 que une Godolleta y Buñol. En su parte final la CV-421 tiene una bifurcación de la vía que permite incorporarse a la N-III y además atravesarla con un paso inferior. Después de ello la carretera intersecciona con la carretera Chiva-Buñol, siendo este el punto en el cual termina su recorrido dentro de la población de Chiva. La CV-421 tiene un trazado de aproximadamente 10 km.

El tramo que se va a analizar para la mejora comienza en el P.K. 0+535, lugar en el cual termina la travesía de la CV-421 que recorre el núcleo de la población de Turís. El punto final del tramo está situado en el P.K. 5+300 y aproximadamente coincide con el fin del término municipal de Godolleta.

Como indica su nomenclatura "CV-" y el color amarillo de sus hitos kilométricos, se trata de una carretera perteneciente a la Red de Carreteras de la Comunidad Valenciana que a su vez forma parte de la Red de Carreteras de España. Dentro de las carreteras con itinerario comprendido íntegramente en el territorio de la Comunidad Valenciana, la CV-421 se encuentra dentro de la categoría de la Red Provincial y su competencia pertenece a la Diputación de Valencia. Es una carretera convencional y de ámbito local. Su antigua nomenclatura fue VV-3034 con el mismo trazado actual.



## 2.2 ENTORNO DEL TRAMO A ESTUDIAR

### *Datos físicos y geográficos del municipio de Turís*

El municipio de Turís situado en la comarca de la Ribera Alta tiene una superficie de 80,51 km<sup>2</sup> y una población que está cifrada con 6609 habitantes en 2016 (según el Instituto Nacional de Estadística), lo cual da como resultado una densidad de población de 82,09 habitantes/km<sup>2</sup>. Se encuentra a una distancia de 35 km respecto a la capital de provincia (Valencia) y está a una altitud de 283 m respecto al nivel del mar. Su término municipal linda: en el Norte con Godella; en el Este con Torrente, Monserrat y Montroy; en el Sur con Dos Aguas; en el Oeste con Alborache. Las carreteras CV-422 (Turís-Llombay) y CV-50 (comarcal Tavernes-Liria) conectan la CV-415 y el núcleo urbano del municipio.

Su relieve es ondulado y poco accidentado, sólo con algunas lomas y colinas de orientación ibérica i de materiales cretáceos. La altitud mediana del piedemonte en la parte que corresponde a Turís se encuentra entre curvas de nivel de 280 m y 190 m, en descenso de Oeste a Este. Allí se levanta la *Serra de Castellet* que a penas alcanza los 342 m de altitud sobre el nivel del mar. Algunos pinos y matorros crecen en las montañas y colinas del término municipal. El clima es mediterráneo y en 2016 registró una temperatura media de 17.5°C, siendo los valores más extremos una mínima de -2.6°C y una máxima de 40.3°C (estación de *Calabarra*, datos de [www.avamet.org](http://www.avamet.org)).

La superficie agrícola utilizada ocupa 34,674 km<sup>2</sup> (censo agrario 2009), el 43% del municipio. Los cultivo más extendido es la viña, habiendo además olivos, frutales y cereales en lo que se refiere a los cultivos de secano. El cultivo de regadío se compone de naranjos,

frutales, maíz, hortalizas entre otros. La ganadería complementa la actividad económica del municipio.

### *Datos físicos y geográficos del municipio de Godolleta*

El municipio de Godolleta situado en la comarca de la Hoya de Buñol tiene una superficie de 37,45 km<sup>2</sup> y una población que está cifrada en 3396 habitantes en 2016 (según el Instituto Nacional de Estadística), lo cual da como resultado una densidad de población de 90,68 habitantes/km<sup>2</sup>. Se encuentra a una distancia de 29,2 km respecto a la capital de provincia (Valencia) y está a una altitud de 270 m respecto al nivel del mar. Su término municipal linda: en el Norte con Chiva; en el Este con Torrente; en el Sur con Turís; en el Oeste con Buñol y Alborache. Las carreteras CV-424 (Buñol-Godolleta) conecta la CV-421 y el núcleo urbano del municipio, el cual también tiene conexión con la CV-5011 mediante la carretera Godolleta-Turís.

Su relieve es suave disponiendo de zonas de monte y llano. Por el noreste llegan al término municipal las estribaciones de la *Sierra Perenchiza*. A continuación se encuentra una zona más baja que se va elevando según se avanza hacia el Oeste por donde penetran los montes de Chiva: el llano se mantiene a una altura media aproximada de unos 200 m, mientras que la elevación llega hasta los 442 m en el pico de Miravalencia. De suroeste a noreste corren los barrancos de Viñamalata, del Murtal y de Fuentesica. La zona montañosa está ocupada por pinos, arbustos y pequeños árboles que no superan los 6 m, además de pastos en invierno. El clima es mediterráneo y en 2016 registró una temperatura media de 17.1°C, siendo los valores más extremos una mínima de -1.5°C y una máxima de 40.0°C (estación de *Els Cabutxols*, datos de [www.avamet.org](http://www.avamet.org)).

La superficie agrícola utilizada ocupa 20,218 km<sup>2</sup> (censo agrario 2009), aproximadamente el 54% del municipio. Las superficies de cultivos más extendidas por este orden son viña, cítricos y frutales, habiendo también olivos y hortalizas aunque con una ocupación significativamente menor.

### *Entorno geológico del tramo estudiado*

Los materiales geológicos que se encuentran en el entorno del tramo se citan a continuación. Para una mejor identificación se ha dispuesto al final de este apartado un mapa con información del Instituto Geológico y Minero de España.

- T<sub>mc</sub><sup>Bb-Bc</sup><sub>c1</sub>: margas limolíticas claras y calizas lacustres, tubos de algas y gasterópodos.

Es la geología más abundante en la zona del tramo estudiado. De manera mayoritaria forma parte de la extensión geológica adyacente al trazado del tramo estudiado de la carretera CV-421, situándose en los municipios de Turís y Godolleta. Ocupa franjas que pueden superar los 6 kilómetros de longitud en el entorno de la carretera.

- T<sub>am</sub><sup>B</sup><sub>c1</sub>: arcillas rojas y margas limolíticas.

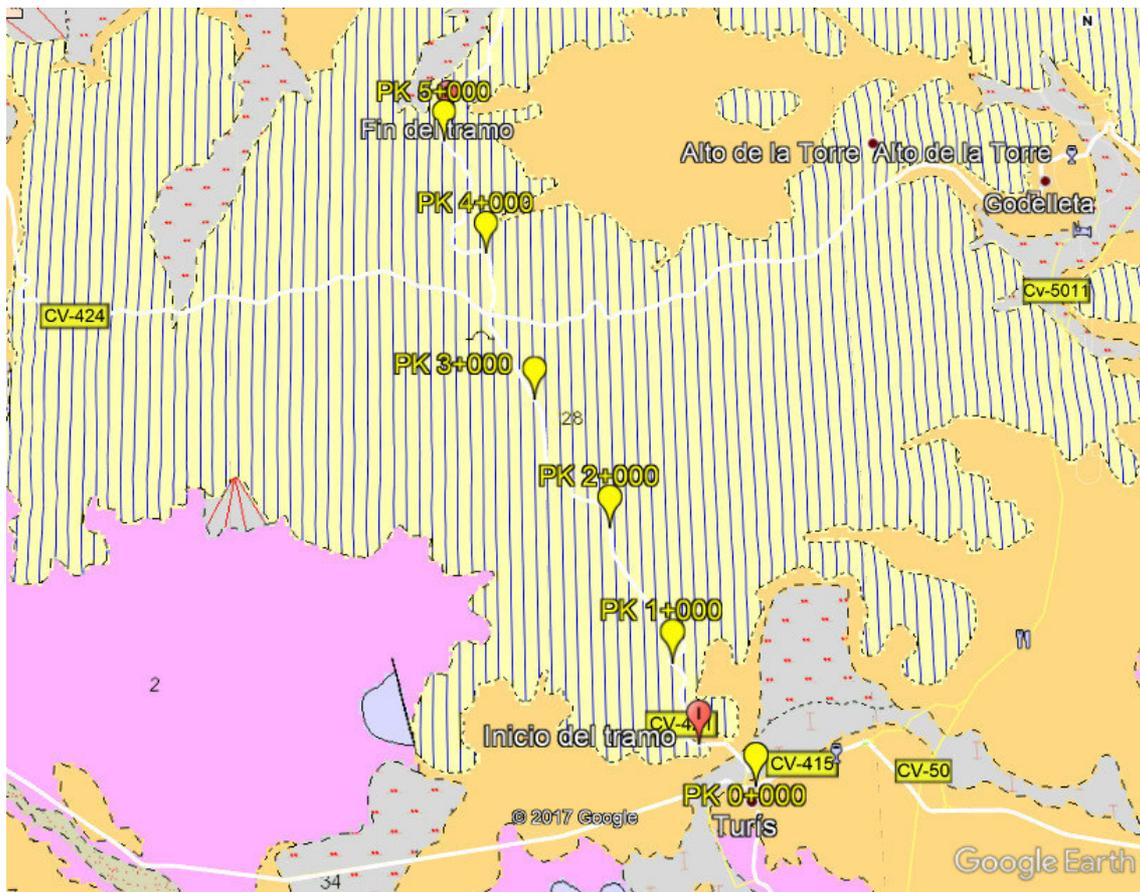
En menor medida aparecen en el inicio de la CV-421 muy cercanas al trazado del tramo estudiado, en el término municipal de Turís. También se ubican en el término municipal de Godolleta en la parte final del tramo estudiado, aunque a una distancia superior al centenar de metros respecto al trazado de la carretera.

- Q<sup>3</sup><sub>1</sub>Lv: limos de vertiente, limos carbonatados con cantos angulosos.

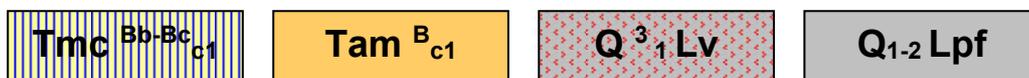
Su extensión es poco predominante en el entorno del tramo estudiado de la CV-421, situándose cerca de la parte inicial de la carretera en Turís y del final del tramo estudiado en Godelleta.

- Q<sub>1-2</sub> Lpf: limos pardos fluviales.

Ocupa una porción de la extensión adyacente de la carretera CV-421 en su comienzo en el municipio de Turís, siendo contigua a los limos de vertiente vistos anteriormente.



#### LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO



# 3

## DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 3.1 ANÁLISIS GEOMÉTRICO

En este apartado se va a proceder a la descripción geométrica del tramo estudiado de la carretera CV-421. El análisis geométrico incluirá las características más importantes de la carretera, presentando información en relación con la planta, el alzado, la sección transversal, la visibilidad y la coordinación planta-alzado. El objetivo de este apartado es aportar un conjunto de datos numéricos y representaciones gráficas que ayuden a entender los condicionantes geométricos que se muestran a lo largo del recorrido.

#### 3.1.1 Planta

- Carretera de calzada única: una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, con un carril para cada sentido.
- Inicio del tramo: P.K. 0+535 de la carretera CV-421.
- Fin del tramo: P.K. 5+300 de la carretera CV-421.
- Longitud del tramo: 4765 metros.
- Ancho del tramo: es variable a lo largo del tramo y de la carretera CV-421, presentando además algunas características que se indicarán a continuación.

**Ancho de los carriles en la CV-421**

P.K.	Ancho en el P.K. (m)	Distancia entre PP.KK. (m)	Ancho medio entre PP.KK. (m)	Ancho medio parcial (m)
0,000	3,300			
149,500	3,300	149,500	3,300	
360,000	2,700	210,500	3,000	
<b>535,000</b>	2,500	175,000	2,600	2,953
540,000	2,600	5,000	2,550	
560,000	2,800	20,000	2,700	
750,000	2,800	190,000	2,800	
2400,000	2,600	1650,000	2,700	
2440,000	2,800	40,000	2,700	
2470,000	2,700	30,000	2,750	
2500,000	2,800	30,000	2,750	
3250,000	2,600	750,000	2,700	
3710,000	3,000	460,000	2,800	
3720,000	2,750	10,000	2,875	
3800,000	2,700	80,000	2,725	
4000,000	2,800	200,000	2,750	
4580,000	2,800	580,000	2,800	
4660,000	2,550	80,000	2,675	
4700,000	2,800	40,000	2,675	
<b>5300,000</b>	2,700	600,000	2,750	2,735
5350,000	2,600	50,000	2,650	2,650

El inicio de la carretera CV-421 tiene un ancho mayor como se puede ver en la tabla adjunta, teniendo carriles asfaltados que llegan hasta los 3,3 m. Pero cabe indicar que este ancho no es efectivo en términos de uso de la circulación, ya que los extremos de la sección del carril están destinados a plazas de aparcamiento. Este ancho efectivo por carril es en realidad de unos 2 metros y está representado en los planos adjuntos en planta con líneas discontinuas, dándose esta situación hasta el P.K. 0+149,5 de la CV-421. A partir de este punto las plazas de aparcamiento desaparecen y hasta el P.K. 0+535 el ancho medio parcial de la sección de carril asfaltada (incluyendo la zona destinada a aparcamiento) es de 2,953 m.

A partir del P.K. 0+535 comienza el tramo estudiado, el cual está formado por una carretera convencional sin arcén y cuyo ancho presenta variaciones en su trazado. Como se puede ver en la tabla el ancho medio parcial del carril desde el P.K. 0+535 hasta el P.K. 5+300 es de 2,735 m. De esta manera el tramo da como resultado un ancho medio de 5,47 m, siendo el mínimo de 5 m en el P.K. 0+535 y el máximo de 6 m en el P.K. 3+710 m, el cual coincide con la intersección con la CV-424.

- Ancho mínimo del carril en el tramo: 2,5 m (P.K. 0+535).
- Ancho máximo del carril en el tramo: 3,0 m. (P.K. 3+710).

El tramo estudiado presenta multitud de curvas de diferente radio como se puede ver en los planos adjuntos y en el listado de alineaciones.

- Curva circular de menor radio: 16,750 m (longitud 26,558 m y P.K.<sub>final</sub> 1138,712 m).
- Curva circular de mayor radio: 22054,764 m (longitud 556,918 m y P.K.<sub>final</sub> 3618,354 m).

La curva de mayor radio tiene ciertos matices, ya que se trata de una alineación circular con un radio considerablemente alto de 22054,764 m. Esto se debe a una zona del trazado que va desde el P.K. 3061,436 hasta el P.K. 3618,354, el cual puede considerarse a efectos prácticos como una recta. En menor medida otros radios grandes son 800 m (longitud 51,786 m y P.K.<sub>final</sub> 1839,198 m) y 2024,126 m (longitud 28,140 m y P.K.<sub>final</sub> 3+861,686).

- Recta de menor longitud: 2,413 m (P.K.<sub>final</sub> 0+744,995).
- Recta de mayor longitud: 266,267 m (P.K.<sub>final</sub> 1+787,412).

En el *Anejo del Análisis geométrico* y en *Planos del Análisis geométrico* se van a presentar una serie de datos numéricos y representaciones gráficas generados a partir del programa Clip que serán los siguientes:

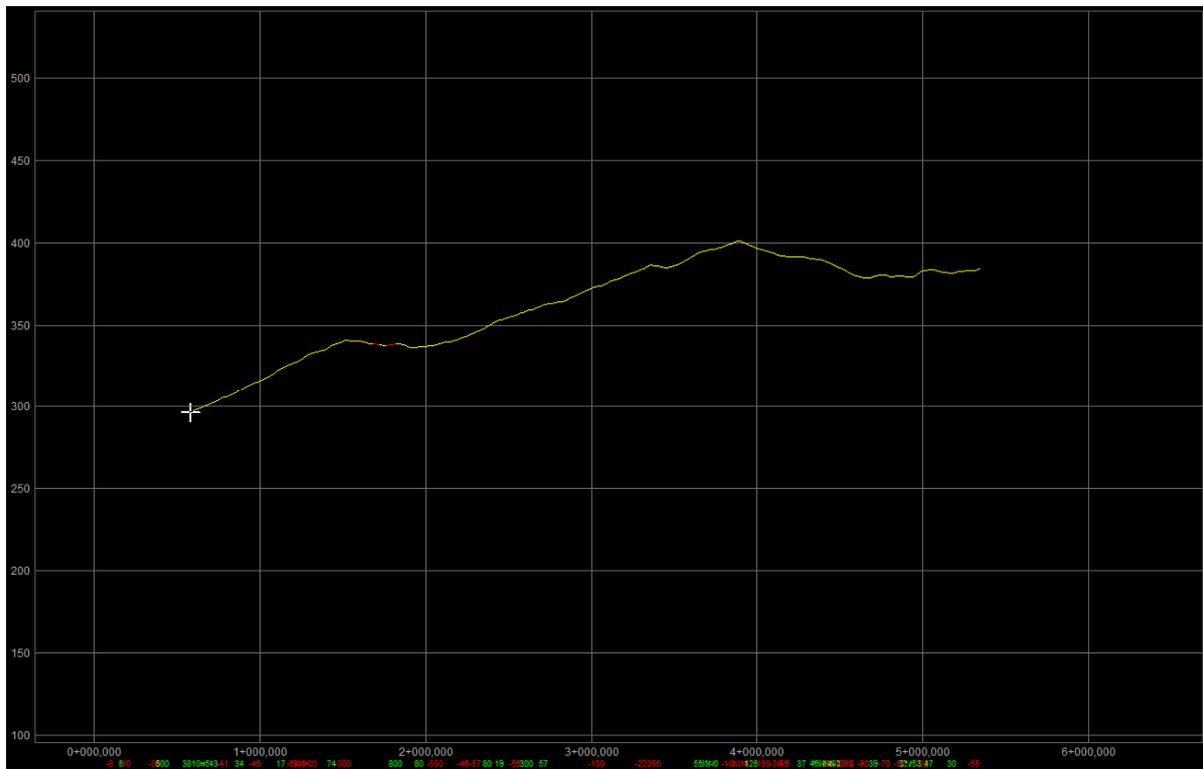
- *Anejo del Análisis geométrico, planta:*
  - Datos de entrada: puntos base introducidos en los que se basa el programa Clip para generar el resto de datos.
  - Puntos del eje cada 20 metros: coordenadas y acimut de los puntos del eje del tramos estudiado de la CV-421 calculados cada 20 metros.
  - Puntos singulares: coordenadas, acimut, radio y parámetro de las alineaciones del tramo estudiado de la CV-421.

- *Planos del Análisis geométrico, planta:*
  - Planta: escala 1:500 y longitud por plano de 350 m.

### 3.1.2 Alzado

En este apartado se van a ver aquellos datos y gráficos relacionados con el perfil longitudinal del tramo estudiado. Para obtener los resultados que se mostrarán se ha utilizado el programa Clip, al cual se le ha aportado la cartografía del Instituto Geográfico Nacional correspondiente a la zona en la que se ubica el tramo.

La intersección de las líneas de nivel del terreno geológico con la representación del eje de la CV-421 en Clip, ha dado como resultado una serie de puntos del eje que han servido como cotas base para la realización del perfil longitudinal de la carretera. A partir de dichos puntos se ha ajustado una rasante mediante el programa informático, la cual deberá coincidir con el terreno, proporcionando la inclinación de las rampas o pendientes existentes en la actualidad. En la imagen puede verse el alzado del tramo estudiado mediante una captura de la interfaz de Clip.



Como se puede observar el alzado muestra cambios frecuentes en el perfil con variaciones de cotas a lo largo del tramo. A continuación se presentan algunos datos característicos del perfil longitudinal.

- Cota mínima registrada: 295,873 m (P.K. 0+580,006).
- Cota máxima registrada: 401,000 m (P.K. 3+880,000 - P.K. 3+900,006).
- Cota final del tramo: 383,500 m (P.K. 5+300).
- Máximo desnivel registrado: 105,127 m.
- Rampa máxima: 7,5027 %.
- Rampa mínima: 0,014 %.

- Pendiente máxima: -6,1139 %.
- Pendiente mínima: -0,0021 %.
- Perfil llano: 0,000 % (PP.KK. 1+540,000 - 1+580,000; PP.KK. 3+880,000 - 3+900,006).
- Rampa más larga: 60 m (1,667 %).
- Pendiente más larga: 41 m (-0,173 %).

Nota: rampas y pendientes entre vértices del alzado.

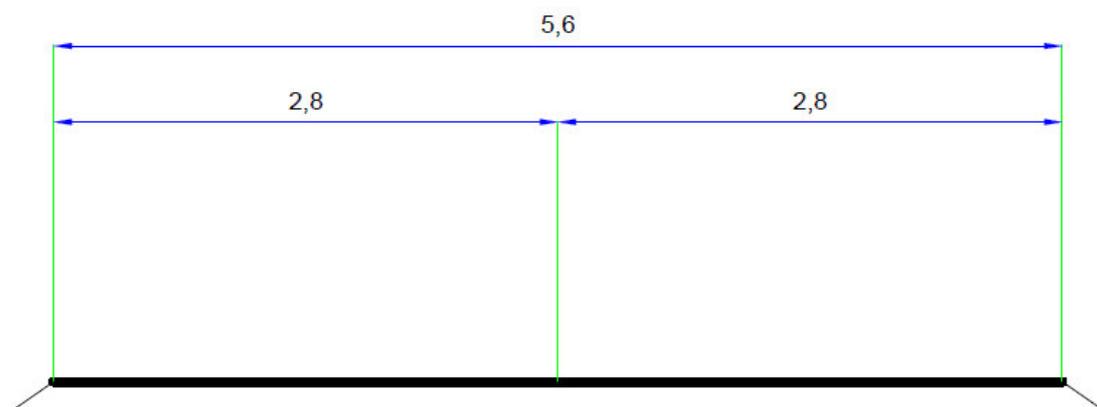
En el *Anejo del Análisis geométrico* y en *Planos del Análisis geométrico* se van a presentar una serie de datos numéricos y representaciones gráficas generados a partir del programa Clip que serán los siguientes:

- *Anejo del Análisis geométrico, alzado:*
  - Datos de entrada: puntos del eje que han intersectado con la cartografía del terreno y que han servido de base para la realización del perfil longitudinal.
  - Cotas en puntos del eje: cota y pendiente de la rasante creada para puntos separados cada 20 metros.
  - Elementos de la rasante: vértices de la rasante incluyendo el P.K. de inicio y final de cada uno, indicando además la longitud de la recta que los separa.
- *Planos del Análisis geométrico, alzado:*
  - Eje horizontal (PP.KK.): escala 1:1000.
  - Eje vertical (cotas en metros): escala 1:100.

### 3.1.3 Sección transversal

Tal y como se ha podido ver en el apartado anterior *Planta*, la carretera CV-421 presenta variaciones en su ancho. Sus carriles oscilan entre los 2,5 y los 3 metros en el tramo estudiado, dando como resultado una media de 2,735 m. Con estas características y con la ausencia de arcén, no se alcanza la sección que ofrece una carretera convencional C-40 según la Norma 3.1-IC que es de 6/7: dos carriles de 3 metros (6 metros) y dos arcenes de 0,5 metros (hasta un total de 7 metros de plataforma).

Pese a no tener una sección uniforme durante todo el recorrido, a continuación se puede ver una representación gráfica de la sección transversal más representativa del trazado. El ancho del carril elegido es de 2,80 metros, ya que es la sección más repetida en el tramo como se puede ver en el apartado *Planta*.



Nota: cotas en metros.

La sección transversal está formada por su correspondiente sección de firme con su capa superior de mezcla bituminosa. La sección de firme queda dispuesta sobre una explanada de suelo que sirve de apoyo del firme.

El otro aspecto a tener en cuenta de la sección transversal es la manera en la que la explanada de la carretera se sitúa respecto al terreno existente. Básicamente hay tres tipos de disposición del terreno en los márgenes de la carretera que son los más habituales: terreno prácticamente horizontal, terreno con ligeras inclinaciones y terreno a media ladera. El terreno a media ladera que hay en el tramo, aunque con diferentes alturas, inclinaciones y dimensiones, repite un mismo patrón: desmonte en el margen izquierdo y terraplén en el margen derecho desde la perspectiva del sentido creciente de los PP.KK.

Para disponer de una representación gráfica de la sección transversal del tramo de la CV-421, se ha utilizado el programa Clip y la cartografía del Instituto Geológico Nacional disponible para la zona en la que se ubica la carretera. Después de acomodar el terreno cartográfico al eje de la carretera, los resultados pueden verse en los *Planos del Análisis geométrico*:

- *Planos del Análisis geométrico, secciones transversales:*
  - Sección transversal incluyendo explanada, plataforma y terreno cada 20 metros.

### 3.1.4 Visibilidad y coordinación planta-alzado

Para estudiar la visibilidad del tramo de la CV-421 comprendido entre los PP.KK. 0+535 y 5+300, se ha optado por combinar la geometría existente y los cálculos de visibilidad que permite realizar el programa informático Clip.

A partir de los radios conocidos de las curvas circulares del tramo estudiado (R), se ha calculado su velocidad específica (V), aportando los datos de peralte estimados (p) y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado ( $f_t$ ) para una velocidad de proyecto de 40 km/h ( $V_p$ , correspondiente a  $V_e = 40$  km/h en la tabla 4.3 adjunta de la Norma 3.1-IC).

$$V^2 = 127 \cdot R \cdot \left( f_t + \frac{p}{100} \right)$$

TABLA 4.3.

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL MÁXIMO MOVILIZADO ( $f_{tMAX}$ ).

$V_e$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_{tMAX}$	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

Con la velocidad anterior (V), se ha calculado la distancia de parada ( $D_p$ ) para cada curva circular del trazado, utilizando en la ecuación el tiempo de percepción y reacción ( $t_p = 2$  segundos), la inclinación de la rasante (i en %) y el coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento ( $f_l$ ). Los valores de  $f_l$  se indican en la tabla 3.1 en función de la velocidad calculada ( $V_e$ ) de cada curva, que en este caso será "V".

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}$$

TABLA 3.1.

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO LONGITUDINAL MOVILIZADO ( $f_l$ ) EN UNA MANIOBRA DE FRENADO.

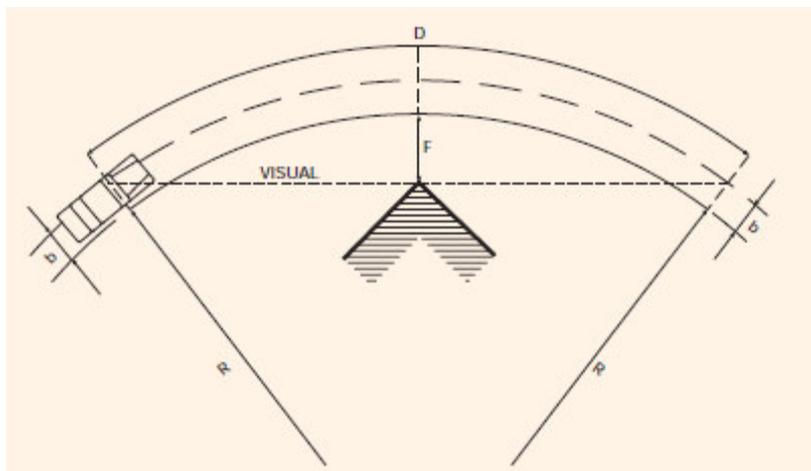
V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_l$	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

En el caso de que la velocidad de la curva circular sea igual o inferior a 40 km/h como ocurre en algunas ocasiones, se dará un valor  $f_l = 0,432$ . Para valores intermedios de las velocidades de la tabla 3.1 se ha interpolado linealmente la tabla.

Una vez obtenida la distancia de parada de cada curva, el siguiente paso es compararla con la visibilidad que calcula Clip para el lugar (P.K.) en el que está ubicada cada curva en el trazado de la CV-421. Si la visibilidad obtenida en metros es mayor que la distancia de parada calculada también en metros, se considera que hay una distancia de visibilidad suficiente para detener el coche dentro de la distancia de parada obtenida.

Para el cálculo de la visibilidad de Clip se ha utilizado su propio estudio de visibilidad, al cual se le ha introducido los datos según la Norma 3.1-IC 2016:

- Altura del objeto: es la altura del objeto que debe divisar el observador, se mide en metros y queda fijada en 0,5 m.
- Altura del observador: es la altura sobre la calzada, medida en metros, a la que se encuentra el punto que define la posición del observador, fijada en 1,10 m.
- Distancia al borde de la calzada: posición en planta dentro de la calzada del observador y obstáculo, medida en metros y fijada en 1,50 m (b en el gráfico).
- Despeje: es la distancia, medida en metros desde el borde de la calzada (banda) o pie de talud, que se entenderá como la zona válida a tener en cuenta, a efectos de visibilidad en cada perfil transversal. Se ha fijado en 100 m (F en el gráfico).



Con los datos aportados se han confeccionado unas tablas con todos los cálculos y resultados, la cuales se podrán ver completas en el *Anejo del análisis geométrico (Visibilidad)*. A continuación se adjunta una muestra de la tabla con aquellas curvas que no cumplen en términos de visibilidad.

**Distancia de parada y visibilidad: sentido creciente de los PP.KK.**

Curva Circular	P.K. final (m)	Radio (m)	Velocidad específica (km/h)	Distancia de parada (m)	Visibilidad Clip h=0,5 desp = 100 (m)
66 CI	1288,354	185,000	76,64	99,62	70
118 CI	3723,906	392,194	111,37	218,89	196
124 CI	3846,686	115,000	60,43	66,61	66
126 CI	3889,862	2024,126	228,80	954,80	230
136 CI	4042,757	160,000	71,27	98,60	90
154 CI	4386,152	110,293	59,18	70,32	70
172 CI	4514,828	110,000	59,10	73,13	50
174 CI	4528,171	200,000	79,69	126,65	50
198 CI	4955,245	752,745	148,20	363,04	50

**Distancia de parada y visibilidad: sentido decreciente de los PP.KK.**

Curva Circular	P.K. final (m)	Radio (m)	Velocidad específica (km/h)	Distancia de parada (m)	Visibilidad Clip h=0,5 desp = 100 (m)
66 CI	1288,354	185,000	76,64	118,47	70
118 CI	3723,906	392,194	111,37	226,38	196
124 CI	3846,686	115,000	60,43	70,90	66
126 CI	3889,862	2024,126	228,80	954,80	230
136 CI	4042,757	160,000	71,27	90,40	90
172 CI	4514,828	110,000	59,10	63,90	50
174 CI	4528,171	200,000	79,69	107,75	50
198 CI	4955,245	752,745	148,20	525,69	50

Como se puede observar hay varias alineaciones circulares en las que la distancia de parada es superior a la visibilidad. También hay algunos resultados inducidos por unos radios que implican unas velocidades demasiado altas, implicando amplias distancias de parada. Pero es un asunto a tener en cuenta ante una posible mejora.

En lo que se refiere a la coordinación planta-alzado, la cual está estrechamente ligada con la visibilidad disponible, el tramo estudiado de la CV-421 deja algunos ejemplos de pérdida de trazado o pérdidas de orientación, tal y como describe la Norma 3.1-IC.

- Pérdida de trazado. Consiste en la desaparición de un tramo de la plataforma en una alineación recta del campo visual del conductor. Como se puede ver en la imagen, después de una ligera rampa y una pendiente posterior el trazado se oculta, sin embargo puede verse su continuación algo más adelante sin ver el tramo anterior.



- Pérdida de orientación. Consiste en la desaparición total de la plataforma del campo visual del conductor con incertidumbre sobre la posible trayectoria a seguir. En las dos imágenes que se adjuntan a continuación, se puede ver como después de una rampa el trazado deja de verse ocultando su parte posterior.



### 3.2 TRÁFICO

En este apartado se verán aquellos aspectos básicos relacionados con el paso de vehículos por el tramo estudiado: intensidades de paso, velocidades, tipología de los vehículos que circulan por el tramo y accidentalidad. Para la obtención de algunos datos se han consultado como fuentes la Diputación de Valencia y la Dirección General de Tráfico, las cuales disponen de información sobre carreteras convencionales como la CV-421.

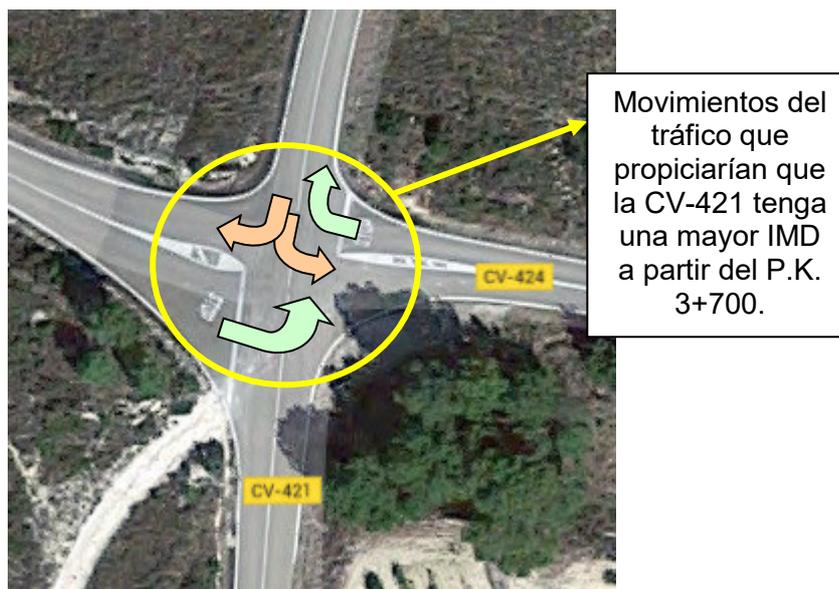
#### 3.2.1 Intensidades de paso

Para conocer el número de circulaciones de vehículos durante un periodo de tiempo se ha consultado el Libro de Aforos 2014, del Área de Carreteras de la Diputación de Valencia. La versión 2014 es la versión más actualizada hasta el momento, la cual dispone de la Intensidad Media Diaria de la CV-421 de 2014 y también de los 6 años anteriores. A continuación se muestra un extracto del Libro de Aforos 2014 correspondiente al tramo estudiado.

CV-421 DE TURÍS A CHIVA				Demarcación: Buñol	
Código:	421010	Tramo: Turís a CV-424	PK inicial:	0,00	PK final: 3,70
Tipo estación:	Cobertura		Longitud tramo:	3,70	PK aforo: 2,00
IMD-2008:	489	%Pesados:	-	IMD-2011:	-
IMD-2009:	336	%Pesados:	3,57	IMD-2012:	271
IMD-2010:	291	%Pesados:	2,41	IMD-2013:	317
				%Pesados:	0,63
<b>IMD (vh/d): 325 % Pesados: 0,31 % Motos: 3,38</b>					
Aforo mensual			may		
Int-reg Lab (vh/d):	327	Pesados-Lab (vh/d):	1	Motos-Lab (vh/d):	11
Int-reg Fes (vh/d):	-	Pesados-Fes (vh/d):	-	Motos-Fes (vh/d):	-
ID (vh/d):	327	ID motos:	11	% pesados:	0,31 %
<b>Estación afín estacional (L): 422010</b>			<b>Estación afín festivos (S): 384010 S: 1,0291</b>		
L1:	1,1055	L2:	1,2129	L3:	0,8008
L4:	1,0148	L5:	0,9647	L6:	0,9599
L7:	0,8287	L8:	0,7583	L9:	1,0848
L10:	1,0987	L11:	1,5387	L12:	1,0887
Observaciones: -					
Código:	421020	Tramo: De CV-424 a Chiva	PK inicial:	3,70	PK final: 10,12
Tipo estación:	Cobertura		Longitud tramo:	6,42	PK aforo: 9,20
IMD-2008:	986	%Pesados:	-	IMD-2011:	707
IMD-2009:	572	%Pesados:	11,54	IMD-2012:	543
IMD-2010:	276	%Pesados:	15,22	IMD-2013:	531
				%Pesados:	2,82
<b>IMD (vh/d): 373 % Pesados: 3,96 % Motos: 2,68</b>					
Aforo mensual			ene		
Int-reg Lab (vh/d):	328	Pesados-Lab (vh/d):	13	Motos-Lab (vh/d):	10
Int-reg Fes (vh/d):	-	Pesados-Fes (vh/d):	-	Motos-Fes (vh/d):	-
ID (vh/d):	328	ID motos:	10	% pesados:	3,06 %
<b>Estación afín estacional (L): 422010</b>			<b>Estación afín festivos (S): 384010 S: 1,0291</b>		
L1:	1,1055	L2:	1,2129	L3:	0,8008
L4:	1,0148	L5:	0,9647	L6:	0,9599
L7:	0,8287	L8:	0,7583	L9:	1,0848
L10:	1,0987	L11:	1,5387	L12:	1,0887
Observaciones: -					

El extracto está dividido en dos partes. La primera está delimitada desde el P.K. 0+000 (inicio de la carretera) al 3+700 y la segunda desde el P.K. 3+700 al P.K. 10+120 (final de la carretera). Hay que recordar que el tramo estudiado está acotado entre los PP.KK. 0+535 y 5+300, estando el aforo de la segunda parte en el P.K. 9+200. Como se puede ver en la información dada, ambas partes quedan divididas por la intersección de la CV-421 con la CV-424.

En lo que se refiere a la Intensidad Media Diaria (IMD a partir de ahora), en ninguna de las dos partes se registra un tráfico elevado (325 y 373 vehículos/día), que además tiene una tendencia significativamente decreciente en la segunda parte durante los últimos años. Las diferencias de IMD entre ambas partes probablemente vienen dadas por la influencia del cruce con la CV-424. Es decir, la CV-424 aportaría tráfico de vehículos en el sentido creciente de los PP.KK., existiendo además un tráfico saliente hacia la misma CV-424 que circula en el sentido decreciente de los PP.KK. Esto se deduce partiendo de que no existen otros puntos de conexión con otras vías de entidad en el tramo estudiado de la CV-421, quedando sólo pequeños caminos o accesos a propiedades que no deberían tener una aportación al tráfico relevante.



Movimientos del tráfico que propiciarían que la CV-421 tenga una mayor IMD a partir del P.K. 3+700.

Los otros dos movimientos posibles, de entrada a la CV-421 en el sentido decreciente de los PP.KK. y de salida hacia la CV-424 en el sentido creciente de los PP.KK., ofrecerían en cambio que la CV-421 tuviese una menor IMD a partir del P.K. 3+700. Entre todas posibilidades existentes se puede entender que serán los movimientos menos frecuentes.

Los parámetros aportados por el Libro de Aforos 2014, S (coeficiente de festivos) y L (coeficiente de estacionalidad para cada mes del año), permiten obtener como fluctúa la IMD según los días (laborables y festivos) y el mes. El coeficiente S ofrece un valor de 1,0291 que es mayor que la unidad, lo cual significa que la CV-421 tiene más tráfico en días considerados como festivos. Los coeficientes L dados para cada mes son menores que la unidad para los meses 3 (marzo), 5 (mayo), 6 (junio), 7 (julio) y 8 (agosto), lo cual en los cálculos dará como resultado un incremento de los vehículos/día para estos meses. A continuación se presentan una tablas en las que partiendo de los datos del aforo se calculan  $I_{L,24}$  (intensidad en días laborables) e  $I_{L,m,24}$  (intensidad en días laborables para un mes determinado), confirmándose los razonamientos hechos anteriormente sobre los coeficientes S y L.

**CV-421 - P.K. 0+00 a 3+70 - Tráfico por meses en días laborables año 2014 - vehículos/día**

	L m		$I_{L,m,24} = I_{L,24} / L m$	L m		$I_{L,m,24} = I_{L,24} / L m$
<b>IMD</b>	L1	1,1065	285	L7	0,8287	381
325	L2	1,2129	260	L8	0,7583	416
<b>S</b>	L3	0,8008	394	L9	1,0848	291
1,0291	L4	1,0148	311	L10	1,0987	287
<b><math>I_{L,24} = \text{IMD} / S</math></b>	L5	0,9647	327	L11	1,5367	206
316	L6	0,9500	332	L12	1,0887	290

CV-421 - P.K. 3+70 a 10+12 - Tráfico por meses en días laborables año 2014 - vehículos/día						
	L m		$I_{L,m,24} = I_{L,24} / L m$	L m		$I_{L,m,24} = I_{L,24} / L m$
<b>IMD</b>	L1	1,1065	328	L7	0,8287	437
373	L2	1,2129	299	L8	0,7583	478
<b>S</b>	L3	0,8008	453	L9	1,0848	334
1,0291	L4	1,0148	357	L10	1,0987	330
<b><math>I_{L,24} = IMD / S</math></b>	L5	0,9647	376	L11	1,5367	236
362	L6	0,9500	382	L12	1,0887	333

Como se puede observar en ambas tablas, los meses 3 (marzo), 5 (mayo), 6 (junio), 7 (julio) y 8 (agosto) tienen una  $I_{L,m,24}$  superior a la  $I_{L,24}$ .

### 3.2.2 Velocidades

En este apartado se verán las velocidades a las que se puede circular por el tramo estudiado perteneciente a la CV-421. Como no se dispone información relacionada con estudios de velocidades o mediciones en el tramo, se utilizarán las velocidades máximas permitidas por la señalización existente (señales de reglamentación R-301 y R-500 en este caso) y las normas que establece el Reglamento General de Circulación. De esta manera se podrá tener una visión global de la rapidez con la que se puede circular en partes distintas y en la totalidad del tramo, en ambos sentidos.

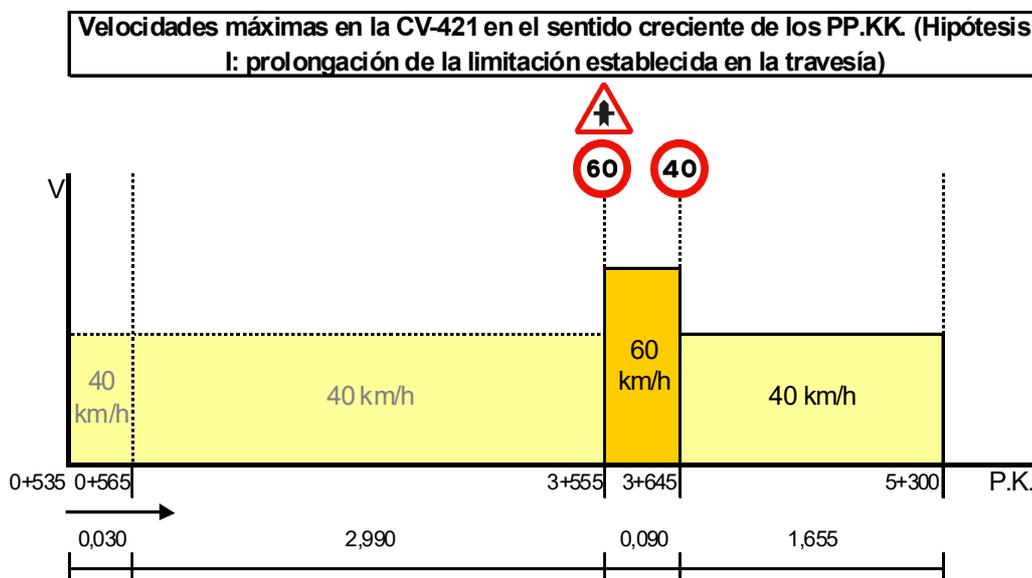
A continuación también se mostrarán unas representaciones gráficas en las que se puede identificar como se reparten las velocidades a largo del tramo, en los sentidos creciente y decreciente de los PP.KK. En el eje vertical se dispone la velocidad (V en km/h) y en el horizontal los PP.KK. Para una mejor visualización de las partes de menor magnitud la proporción no es real en el eje de longitud, aunque sí lo son las cifras de distancias acotadas en kilómetros en la parte inferior de cada gráfica.

#### Sentido creciente de los PP.KK.

En el sentido creciente de los PP.KK. se produce el inconveniente de que se desconoce la velocidad máxima a la que se puede circular hasta el P.K. 3+555. Es decir, desde el inicio de la carretera CV-421 (P.K. 0+000), no hay ninguna señal que haga referencia a la velocidad hasta que aparece la de velocidad máxima de 60 km/h en el P.K. 3+555. En el sentido decreciente de los PP.KK. existe una señal de velocidad máxima en el P.K. 0+600, la cual está situada antes de la entrada a la población de Turís (P.K. 0+565, señal de entrada a poblado S-500) e indica la velocidad máxima (40 km/h) permitida en la travesía que pasa por la población.



Si la velocidad máxima para esta parte de travesía de la CV-421 es 40 km/h, se podría entender que lo es para toda la parte de la carretera que discurre por poblado, incluyendo ambos sentidos. De esta manera se podría establecer una hipótesis de que la velocidad de salida de la población también es de 40 km/h, dadas las condiciones del trazado y la carretera. Esto significaría que la velocidad máxima antes del P.K. 0+540 es de 40 km/h para ambos sentidos, prologándose esta limitación en el sentido creciente de los PP.KK. hasta encontrar la señal de velocidad máxima 60 km/h citada anteriormente.



Pero si se es estricto con el Reglamento General de Circulación, la hipótesis anterior no sería válida. Si no hay ninguna señal en el sentido creciente como se ha dicho anteriormente, entonces los criterios a aplicar serían los siguientes:

#### *Artículo 50. Límites de velocidad en vías urbanas y travesías*

1. La velocidad máxima que no deberán rebasar los vehículos en vías urbanas y travesías se establece, con carácter general, en 50 kilómetros por hora, salvo para los vehículos que transporten mercancías peligrosas, que circularán como máximo a 40 kilómetros por hora.

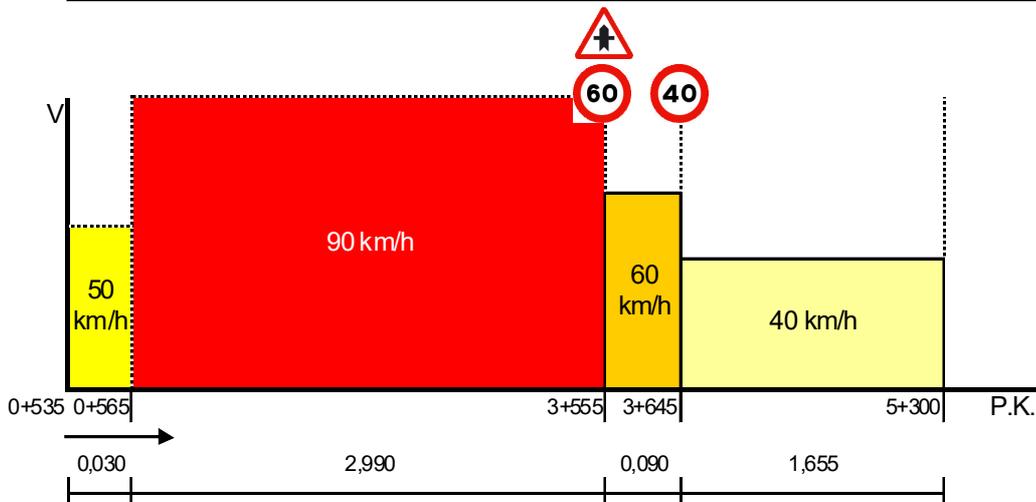
#### *Artículo 48. Velocidades máximas en vías fuera de poblado*

##### a) Para automóviles

3.º En el resto de las vías fuera de poblado (es decir, en carreteras convencionales con un arcén pavimentado inferior a los 1,5 metros como en el tramo estudiado): turismos y motocicletas, 90 kilómetros por hora; autobuses, vehículos derivados de turismo y vehículos mixtos adaptables, 80 kilómetros por hora; camiones, tractocamiones, furgones, vehículos articulados y automóviles con remolque, 70 kilómetros por hora.

Según los artículos anteriores del Reglamento General de Circulación, antes de la señal de fin de poblado (P.K. 0+565 aproximadamente) la velocidad máxima permitida sería de 50 km/h. Después de la señal de fin de poblado (señal de indicación S-510, fin de travesía en P.K. 0+565 aproximadamente) la velocidad máxima permitida sería de 90 km/h para turismos, la cual parece excesiva para el sinuoso trazado existente entre los PP.KK. 0+540 y 3+555. Siendo esto así, la representación gráfica de las velocidades máximas quedaría como se muestra a continuación.

**Velocidades máximas en la CV-421 en el sentido creciente de los PP.KK. (Hipótesis II: criterio del Reglamento General de Circulación)**

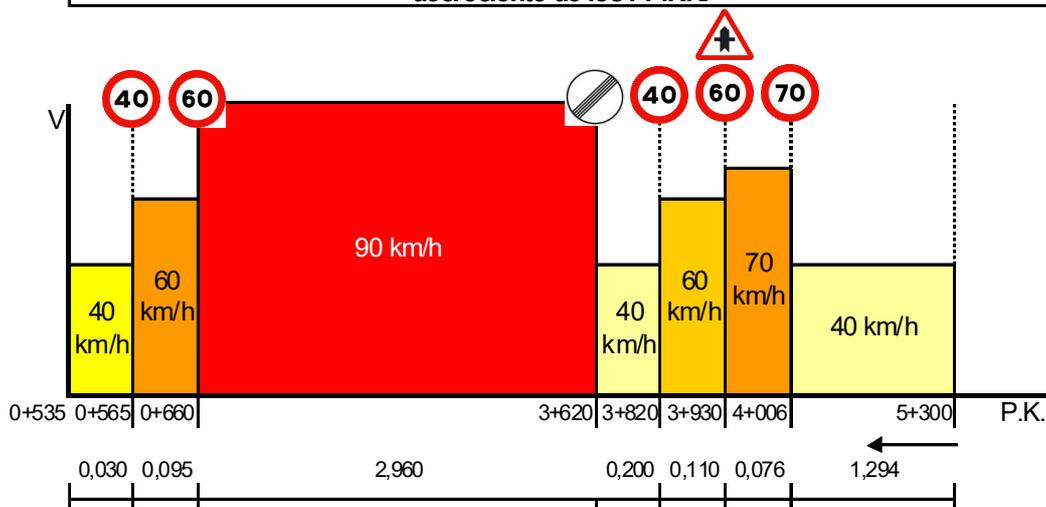


El resto del tramo a partir de P.K. 3+555 tiene las velocidades máximas identificadas por la señalización existente. En la aproximación al cruce de la CV-421 con la CV-424 se reduce la velocidad hasta los 40 km/h, manteniéndose la misma hasta el final del tramo estudiado.

**Sentido decreciente de los PP.KK.**

En el sentido decreciente de los PP.KK. se puede conocer la velocidad máxima para todo el tramo. Para determinar la velocidad entre los PP.KK. 5+300 y 4+006, sólo se ha tenido que comprobar la existencia de una señal de velocidad máxima de 40 km/h situada en el P.K. 8+530 de la CV-421 para este sentido, la cual tiene validez hasta la aparición de la siguiente señal de velocidad máxima de 70 km/h. A continuación se muestra la representación gráfica de las velocidades máximas:

**Velocidades máximas permitidas por la señalización en la CV-421 en el sentido decreciente de los PP.KK.**



De la misma manera que sucede con el sentido creciente de los PP.KK., en la aproximación al cruce de la CV-421 con la CV-424 se reduce la velocidad hasta los 40 km/h.

El final del tramo en este sentido viene marcado por la triple señal mostrada anteriormente en el P.K. 0+600, la cual advierte al conductor para la entrada en la travesía que discurre por Turís. Al igual que antes, queda una zona después de la señal de fin de prohibiciones (R-500) en la que la velocidad máxima teórica sería de 90 km/h, según el *Artículo 48* del Reglamento General de Circulación citado anteriormente. De nuevo esta velocidad a priori sería excesiva para el trazado de la carretera a la que está asociada.

Dejando de lado lo que sucede alrededor del P.K. 0+535 y la salida/entrada a la población de Turís, se puede ver que hay zonas del trazado en las que las velocidades máximas son distintas según el sentido de circulación. En referencia a esto, hay un caso claro como es la aproximación al cruce de la CV-421 con la CV-424, el cual es debido a la reducción de velocidad que se produce en cada sentido de circulación al atravesar una zona potencialmente peligrosa. Pero al margen del cruce también hay algunas partes con velocidades distintas, como sucede en la zona con velocidad máxima de 70 km/h en el sentido decreciente que es de 40 km/h para el sentido creciente. Se puede observar que el sentido decreciente presenta una distribución de velocidades menos uniforme y más escalonada, con más cambios que el sentido creciente.

### 3.2.3 Tipología de vehículos

El Libro de Aforos 2014 muestra el porcentaje de vehículos considerados como motos y pesados respecto al total de la IMD que circulan por el tramo estudiado. Con esta consideración se puede entender que son tres los tipos de vehículos que circulan o que es capaz de distinguir el aforo de la CV-421. Éstas serían sus características básicas atendiendo a los criterios establecidos por la Dirección General de Tráfico y el Ministerio de Fomento.

- *Vehículos pesados*: vehículos cuya masa máxima autorizada (M.M.A.) exceda los 3500 kilogramos.
- *Motos*: vehículos de dos ruedas (ciclomotores y motocicletas) sin distinción de cilindrada.
- *Otros vehículos*: vehículos que no sean ni *vehículos pesados*, ni *motos*, por ejemplo turismos, vehículos mixtos o vehículos ligeros.

La masa máxima autorizada (M.M.A.) es la suma de masas del vehículo a motor cargado y del remolque arrastrado cargado para su utilización en vías públicas.

Con los datos aportados por el aforo las IMD para cada tipo de vehículo son las siguientes:

CV-421 - Intensidad Media Diaria por tipo de vehículo año 2014				
	P.K. 0,00 a 3,70		P.K. 3,70 a 10,12	
	Porcentaje (%)	vehículos/día	Porcentaje (%)	vehículos/día
IMD	100,00	325	100,00	373
IMD <i>pesados</i>	0,31	1	3,96	15
IMD <i>motos</i>	3,38	11	2,68	10
IMD <i>otros vehículos</i>	96,31	313	93,36	348

Tal y como indican los números, el porcentaje de *vehículos pesados* sobre el total de la IMD aumenta a partir del P.K. 3+70, y con ello el número de vehículos de estas características que transitan después de ese mismo P.K. De la misma manera que sucede con la IMD es probable que el cruce de la CV-424 sea el causante de esta variación. Este punto de conexión entre ambas carreteras aportaría *vehículos pesados* a la CV-421 en su

sentido creciente, dando salida en el mismo punto a una parte de los *vehículos pesados* que circulan en el sentido decreciente. Los mismos movimientos de tráfico citados en el apartado 3.2.1 en el cruce con la CV-424, serían los que facilitarían también el aumento del porcentaje de este tipo de vehículos a partir del P.K. 3+70.

En lo que refiere a las *motos* su porcentaje sobre la IMD total es similar en las dos partes de la CV-421, dejando una IMD de *motos/día* muy parecida antes y después del P.K. 3+70.

Los *otros vehículos* ven incrementado su número de vehículos/día a partir del cruce con la CV-424, aunque su porcentaje desciende casi un 3% a partir de este punto (en el cual aumentan los vehículos pesados). Este el grupo de vehículos que abarca una mayor cuota de la IMD con mucha diferencia sobre el resto.

### 3.2.4 Accidentalidad

Para conocer los datos relacionados con accidentes de tráfico acontecidos en el tramo estudiado, se han consultado los siguientes registros de accidentes disponibles en internet expuestos por la Dirección General de Tráfico.

- Portal estadístico de la DGT, ficheros de *microdatos* sobre accidentes desde el año 2008 hasta 2013.
- Estadísticas e indicadores de la DGT, *Principales cifras de siniestralidad* desde 2012 (año en el que aparece la primera *Relación de puntos negros* en este tipo de informe) hasta 2014.
- Notas de prensa de la DGT, listado con los *Tramos de vías convencionales más peligrosos para circular* (actualizado hasta el año 2016).
- Estadísticas e indicadores de la DGT, *Información municipal* de los municipios de Turís y Godella de los años 2013 y 2014.

En ninguna de las tres primeras consultas indicadas anteriormente hay registrados accidentes en la carretera CV-421. Por supuesto la carretera y el tramo estudiado no aparecen ni en la *Relación de puntos de negros*, ni entre los *Tramos de vías convencionales más peligrosos para circular*. Sólo la *Información municipal* referida a Turís y Godella ofrece la existencia de accidentes en vía interurbana en ambos municipios, pero no están asignados a ninguna carretera en concreto, con lo cual los podrían ser asociados a distintas carreteras.

### 3.2.5 Nivel de servicio

Para el estudio del presente tramo de la carretera CV-421, se realizará el cálculo del nivel de servicio de la vía. Es decir, se valorará la calidad de circulación por parte de los usuarios en función de las características de la vía y la ocupación de vehículos que se estime en su tronco. De este manera se podrá realizar una medición cualitativa del funcionamiento de la carretera, la cual se clasificará según los resultados obtenidos.

En el cálculo del nivel de servicio se utilizarán las ecuaciones y tablas correspondientes del Manual de Capacidad de origen estadounidense *Highway Capacity Manual 2010* (*Transportation Research Board of the National Academies of Science*).

Nivel de servicio	Circulación
A	Fluida
B	Estable a alta velocidad
C	Estable
D	Casi inestable
E	Inestable
F	Forzada

En primer lugar la CV-421 es una carretera de clase II, en la cual los conductores no esperan viajar a velocidades elevadas. Como se puede ver en el apartado 3.2.2 *Velocidades* existen limitaciones de velocidad de hasta 40 km/h, además de un trazado predominantemente sinuoso. De esta manera el nivel de servicio de una carretera clase II vendrá determinado por la estimación del porcentaje de tiempo en cola de unos vehículos respecto a otros más lentos (PTSF en % de manera abreviada).

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left( \frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right)$$

Siendo:

$PTSF_d$ : estimación del porcentaje de tiempo en cola (sentido directo)

$BPTSF_d$ : porcentaje de tiempo en cola de base (sentido directo).

$f_{np,PTSF}$ : factor de tramos con prohibición de adelantamiento (sentido directo).

$v_{d,PTSF}$ : intensidad de demanda para porcentaje de tiempo en cola en la dirección del análisis (sentido directo).

$v_{o,PTSF}$ : intensidad de demanda para porcentaje de tiempo en cola en la dirección del análisis (sentido opuesto).

Dado que no se poseen datos de la cuota de reparto de la IMD en cada sentido de circulación, es decir, sentido directo (*d*) y sentido opuesto (*o*), se supondrá que ambos sentidos se reparten el tráfico con el mismo porcentaje, 50% y 50%. Siendo esto así, los cálculos realizados para los sentidos directo y opuesto tendrán el mismo valor.

$$BPTSF_d = 100 \left[ 1 - \exp(-av_d^b) \right]$$

Coefficientes *a* y *b*: dependen de la demanda de tráfico en sentido contrario, al aumentar la demanda en sentido opuesto, el porcentaje de tiempo en cola será mayor.

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

$v_{i,PTSF}$ : intensidad de demanda para el porcentaje de tiempo en cola en la dirección del análisis, *i*=*d* si es sentido directo, *i*=*o* si es sentido opuesto.

$V_i$ : intensidad de demanda en la dirección del análisis, *i*=*d* si es sentido directo, *i*=*o* si es sentido opuesto.

$PHF$ : factor de hora punta:

- Carretera rural  $\approx 0,90$ .
- Carretera suburbana  $\approx 0,95$ .

$F_{g,PTSF}$ : factor de pendiente para el porcentaje de tiempo en cola, al aumentar la pendiente se incrementa el número de vehículos equivalentes.

$F_{HV,PTSF}$ : factor de pesados para el porcentaje de tiempo en cola, al aumentar los vehículos pesados se incrementa en número de vehículos equivalentes.

Cabe recordar que cuando la intensidad de demanda ( $V_i$ ) se divida entre el factor de hora punta ( $PHF$ ) y otros factores, los vehículos/hora se identifican como vehículos equivalentes/hora. Aunque para simplificar y no crear confusión, en los siguientes cálculos se hablará de vehículos/hora indistintamente.

Tal y como se ha visto en el apartado 3.2.1 *Intensidades de paso*, la carretera CV-421 cuenta con dos aforos realizados en un P.K. distinto: 2+000 y 9+200. El primero pertenece a un primer tramo entre los PP.KK. 0+000 y 3+700, mientras que el segundo pertenece a un segundo tramo entre los PP.KK. 3+700 y 10+120. Dado que ambos son influyentes en el tramo estudiado acotado entre los PP.KK. 0+535 y 5+300, el nivel de servicio se calculará para las IMD registradas en cada aforo.

IMD<sub>1</sub> (aforo P.K. 2+000): 325 vehículos/día

IMD<sub>2</sub> (aforo P.K. 9+200): 373 vehículos/día

La estimación de la intensidad horaria se fija en un 10% del total de las IMD registradas en ambos aforos.

Intensidad horaria<sub>1</sub>:  $325 \cdot 0,10 \approx 33$  vehículos/hora

Intensidad horaria<sub>2</sub>:  $373 \cdot 0,10 \approx 37$  vehículos/hora

Intensidad de demanda por sentido, teniendo en cuenta un reparto 50%-50% para los sentidos directo y opuesto.

$V_{i1} = V_{d1} = V_{o1} = 33 \cdot 0,5 \approx 17$  vehículos/hora

$V_{i2} = V_{d2} = V_{o2} = 37 \cdot 0,5 \approx 19$  vehículos/hora

Intensidad de demanda dividida entre el factor de hora punta.

$V_{vph1} = V_{i1} / PHF = 17 / 0,95 \approx 18$  vehículos/hora

$V_{vph2} = V_{i2} / PHF = 19 / 0,95 \approx 20$  vehículos/hora

Factor de pendiente para el porcentaje de tiempo en cola.

Tabla 15-16 del *Highway Capacity Manual 2010*

$V_{vph} \leq 100$  vehículos/hora

Terreno ondulado (*Rolling Terrain*)

$F_{g,PTSF1} = F_{g,PTSF2} = 0,73$

Factor de pesados para el porcentaje de tiempo en cola.

Tabla 15-18 del *Highway Capacity Manual 2010*

$V_{vph} \leq 100$  vehículos/hora

Terreno ondulado (*Rolling Terrain*)

$F_{HV,PTSF1} = F_{HV,PTSF2} = 1,9$

Nota: como el tramo estudiado de la CV-421 presenta numerosos cambios de inclinación a lo largo de su recorrido con distintas rampas y pendientes, se ha utilizado para el cálculo el ajuste de terreno ondulado (*Rolling Terrain*).

$$V_{d,PTSF1} = 17 / (0,95 \cdot 0,73 \cdot 1,9) \approx 13 \text{ vehículos/hora}$$

$$V_{d,PTSF2} = 19 / (0,95 \cdot 0,73 \cdot 1,9) \approx 14 \text{ vehículos/hora}$$

Factor de tramos con prohibición de adelantamiento.

$$V = V_{d1} + V_{o1} = 17 + 17 = 34 \text{ vehículos/hora}$$

$$V = V_{d1} + V_{o1} = 19 + 19 = 38 \text{ vehículos/hora}$$

En el cálculo del porcentaje de zonas con prohibido adelantar, se tendrá en cuenta la longitud de ambos sentidos de circulación, directo y opuesto. Hay que añadir que la distribución de las zonas de adelantamiento no es simétrica respecto al eje de la carretera en el tramo estudiado (ver apartado 3.3 Señalización y balizamiento).

Longitud de zonas de adelantamiento permitido (m)					
P.K.	Sentido decreciente		P.K.	Sentido creciente	
2830	Adelantamiento prohibido	239	2729	Fin de prohibición de adelantamiento	201
3069	Fin de prohibición de adelantamiento		2930	Adelantamiento prohibido	
3140	Adelantamiento prohibido	260	3060	Fin de prohibición de adelantamiento	266
3400	Fin de prohibición de adelantamiento		3326	Adelantamiento prohibido	
3520	Adelantamiento prohibido	100	3358	Fin de prohibición de adelantamiento	262
3620	Fin de prohibición de adelantamiento		3620	Adelantamiento prohibido	
		599			729

Suma de adelantamiento permitido en ambos sentidos:

$$599 + 729 = 1328 \text{ m.}$$

Longitud de ambos sentidos de circulación:

$$4765 + 4765 = 9530 \text{ m.}$$

Longitud de las zonas de adelantamiento prohibido:

$$9530 - 1328 = 8202 \text{ m.}$$

Porcentaje de las zonas de adelantamiento prohibido:

$$(8202 / 9530) \cdot 100 = 86,07 \%$$

Interpolación entre los valores de la tabla 15-21 del *Highway Capacity Manual 2010*:

$$F_{np,PTSF} = \frac{86,07 - 80}{100 - 80} \cdot (52,6 - 51,0) + 51,0 = 51,49$$

Coefficientes a y b para el cálculo de BPTSF<sub>d</sub>.

Tabla 15-20 del *Highway Capacity Manual 2010*  
Flujo de demanda opuesto ≤ 200 vehículos/hora

$V_{o1} = 17$  vehículos/hora

$V_{o2} = 19$  vehículos/hora

Coeficiente  $a = -0,0014$  y coeficiente  $b = 0,973$ .

$$BPTSF_{d1} = 100 \cdot [1 - \exp(-0,0014 \cdot 13^{0,973})] = 1,68 \%$$

$$BPTSF_{d1} = 100 \cdot [1 - \exp(-0,0014 \cdot 14^{0,973})] = 1,81 \%$$

Estimación del porcentaje de tiempo en cola:

$$PTSF_{d1} = 1,68 + 51,49 \cdot \frac{13}{13 + 13} = 27,42$$

$$PTSF_{d2} = 1,81 + 51,49 \cdot \frac{14}{14 + 14} = 27,56$$

Nivel de servicio de una carretera de según la tabla 15-3 del *Highway Capacity Manual 2010*:

LOS	Class I Highways		Class II Highways	Class III Highways
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-50	>50-65	>55-70	>75.0-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

Como se puede observar en la tabla, si el PTSF (%) calculado es igual o inferior al 40% y la carretera es de clase II, el nivel de servicio estimado se considera "A". Esto es debido a que la IMD obtenida en los aforos de la carretera CV-421 es baja, de manera que el paso de vehículos se considera lo suficientemente espaciado entre ellos para que se pueda suponer una circulación fluida. También cabe destacar que las distintas IMD de los dos aforos de la carretera dan como resultado prácticamente el mismo PTSF (%).

### 3.3 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

En este apartado se mostrará la tipología y la disposición de señales y balizas existentes en el tramo estudiado correspondiente a la carretera CV-421. El objetivo es hacer un inventario con las advertencias e informaciones que hay en la carretera entre los PP.KK. 0+535 y 5+300. De esta manera y con la ubicación aproximada de cada elemento, se podrá obtener un listado ordenado que nos ofrecerá la secuencia de señales y balizas que se encuentra cualquiera que circule por el tramo, teniendo en cuenta cada uno de los sentidos de circulación. En la segunda parte de este apartado también se hará mención a las marcas viales dispuestas, con especial atención a aquellas que permiten o prohíben la invasión del carril contrario y también el adelantamiento.

#### 3.3.1 Señalización vertical y balizamiento

Tipología de señalización vertical y balizamiento	
<p><b>S-510</b> <b>Fin de poblado</b></p>  <p>Indica el lugar desde donde dejan de ser aplicables las normas de comportamiento en la circulación relativas a poblado.</p>	<p><b>S-500</b> <b>Entrada a poblado</b></p>  <p>Indica el lugar a partir del cual rigen las normas de comportamiento en la circulación relativas a poblado.</p>
<p><b>R-301 (40)</b> <b>Velocidad máxima</b></p>  <p>Prohibición de circular a velocidad superior, en kilómetros hora, a la indicada en la señal.</p>	<p><b>R-301 (50)</b> <b>Velocidad máxima</b></p>  <p>Prohibición de circular a velocidad superior, en kilómetros hora, a la indicada en la señal.</p>
<p><b>R-301 (60)</b> <b>Velocidad máxima</b></p>  <p>Prohibición de circular a velocidad superior, en kilómetros hora, a la indicada en la señal.</p>	<p><b>R-301 (70)</b> <b>Velocidad máxima</b></p>  <p>Prohibición de circular a velocidad superior, en kilómetros hora, a la indicada en la señal.</p>
<p><b>S-572</b> <b>Hito kilométrico en carretera convencional</b></p>  <p>Indica el punto kilométrico de una carretera convencional cuya identificación aparece en la parte superior sobre el fondo del color que corresponda a la red de carreteras a la que pertenece.</p>	<p><b>R-500</b> <b>Fin de prohibiciones</b></p>  <p>Señala el lugar desde el que todas las prohibiciones específicas indicadas por anteriores señales de prohibición para los vehículos en movimiento dejan de tener aplicación.</p>
<p><b>R-305</b> <b>Adelantamiento prohibido</b></p>  <p>Indica la prohibición a todos los vehículos de adelantar a los vehículos de motor que circulen por la calzada, salvo que éstos sean motocicletas de dos ruedas y siempre que no se invada la zona reservada al sentido contrario.</p>	<p><b>R-502</b> <b>Fin de la prohibición de adelantamiento</b></p>  <p>Señala el lugar desde donde deja de ser aplicable una anterior señal de "Adelantamiento prohibido".</p>

<p style="text-align: center;"><b>P-1</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Intersección con prioridad</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de una intersección con una vía, cuyos usuarios deben ceder el paso.</p>	<p style="text-align: center;"><b>P-1 a</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Intersección con prioridad sobre vía a la derecha</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de una intersección con una vía a la derecha, cuyos usuarios deben ceder el paso.</p>
<p style="text-align: center;"><b>P-1 b</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Intersección con prioridad sobre vía a la izquierda</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de una intersección con una vía a la izquierda, cuyos usuarios deben ceder el paso.</p>	<p style="text-align: center;"><b>P-14 b</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Curvas peligrosas hacia la izquierda</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de una sucesión de curvas próximas entre sí; la primera, hacia la izquierda.</p>
<p style="text-align: center;"><b>P-15 a</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Resalto</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de un resalto en la vía.</p>	<p style="text-align: center;"><b>P-20</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Peatones</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.</p>
<p style="text-align: center;"><b>P-23</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Paso de animales domésticos</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de un lugar donde frecuentemente la vía puede ser atravesada por animales domésticos.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Señal sin clasificar</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Inicio de término municipal</b></p>  <p>Inicio del término municipal de Chiva.</p>
<p style="text-align: center;"><b>S-220</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Preseñalización de direcciones hacia una carretera convencional</b></p>  <p>Indica, en una carretera convencional, las direcciones de los distintos ramales de la próxima intersección, cuando uno de ellos conduce a una carretera convencional.</p>	<p style="text-align: center;"><b>S-310</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Población de varios itinerarios</b></p>  <p>Indica las carreteras y poblaciones que se alcanzan en el sentido que indica la flecha.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Balizamiento</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Panel direccional simple corto (derecha)</b></p>  <p>Dispositivo de balizamiento implantado con vistas a guiar y señalar a los usuarios un peligro puntual, mediante el cual se informa sobre el sentido de circulación.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Balizamiento</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Panel direccional simple corto (izquierda)</b></p>  <p>Dispositivo de balizamiento implantado con vistas a guiar y señalar a los usuarios un peligro puntual, mediante el cual se informa sobre el sentido de circulación.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Balizamiento</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Panel direccional doble (izquierda)</b></p>  <p>Dispositivo de balizamiento implantado con vistas a guiar y señalar a los usuarios un peligro puntual, mediante el cual se informa sobre el sentido de circulación.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Balizamiento</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Panel vertical ó baliza plana</b></p>  <p>Indican el borde de la calzada, los límites de obras de fábrica u otros obstáculos en la vía.</p>

A continuación se muestra un listado ordenado de todas las señales verticales y el balizamiento que está situado en el tramo estudiado. En la tabla se marca con una "x" cada elemento dependiendo de si la colocación es para el sentido de circulación decreciente o creciente de los PP.KK.

<b>Disposición de señalización vertical y balizamiento</b>				
<b>P.K.</b>	<b>Señal/Balizamiento</b>	<b>Definición</b>	<b>Sentido decreciente</b>	<b>Sentido creciente</b>
0+565	S-510	Fin de poblado (Turís)		x
0+565	S-500	Entrada a poblado (Turís)	x	
0+575	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
0+575	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
0+600	P-20	Peatones (en travesía)	x	
0+600	P-15 a	Resalto (en travesía)	x	
0+600	R-301	Velocidad máxima 40 km/h (en travesía)	x	
0+636	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
0+656	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
0+660	R-301	Velocidad máxima 60 km/h	x	
0+735	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
0+745	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
0+782	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
0+787	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
0+888	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
0+893	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
0+982	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
0+987	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
0+997	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
1+002	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
1+110	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 1)		x
1+110	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 1)	x	
1+150	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
1+156	Baliza plana	Obstáculo permanente	x	
1+160	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
1+195	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
1+200	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
1+225	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
1+230	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
1+265	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
1+270	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
1+325	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
1+330	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
1+443	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
1+448	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
1+930	Baliza plana	Obstáculo permanente	x	
1+975	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
1+980	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
2+110	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 2)		x
2+110	S-572	Hito km. en carretera convencional	x	

		(km 2)		
2+240	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
2+240	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
2+315	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
2+320	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
2+397	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
2+407	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
2+461	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
2+466	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
2+514	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
2+521	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
2+567	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
2+709	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
2+722	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
2+729	R-502	Fin prohibición de adelantamiento		x
2+740	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
2+790	P-1 b	Intersección con prioridad sobre vía a la izquierda		x
2+800	P-14 b	Curvas peligrosas hacia la izquierda	x	
2+830	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
2+830	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
2+930	R-305	Adelantamiento prohibido		x
2+930	R-305	Adelantamiento prohibido		x
3+010	P-1 a	Intersección con prioridad sobre vía a la derecha	x	
3+060	R-502	Fin prohibición de adelantamiento		x
3+061	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
3+068	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
3+069	R-502	Fin prohibición de adelantamiento	x	
3+120	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 3)		x
3+120	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 3)	x	
3+133	P-1 b	Intersección con prioridad sobre vía a la izquierda		x
3+140	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
3+141	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
3+326	R-305	Adelantamiento prohibido		x
3+326	R-305	Adelantamiento prohibido		x
3+346	P-1 a	Intersección con prioridad sobre vía a la derecha	x	
3+358	R-502	Fin prohibición de adelantamiento		x
3+400	R-502	Fin prohibición de adelantamiento	x	
3+490	Baliza plana	Obstáculo permanente		x
3+490	Baliza plana	Obstáculo permanente	x	
3+505	S-220	Preseñalización de direcciones hacia una carretera convencional		x
3+520	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
3+520	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
3+555	R-301	Velocidad máxima 60 km/h		x
3+555	R-301	Velocidad máxima 60 km/h		x
3+555	P-1	Intersección con prioridad		x
3+555	P-1	Intersección con prioridad		x

3+620	R-305	Adelantamiento prohibido		x
3+620	R-305	Adelantamiento prohibido		x
3+620	R-500	Fin de prohibiciones	x	
3+645	R-301	Velocidad máxima 40 km/h		x
3+645	R-301	Velocidad máxima 40 km/h		x
3+673	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
3+676	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
3+685	P-23	Paso de animales domésticos		x
3+720	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-424 Godella)	x	
3+720	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-421 Turís)	x	
3+720	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-424 Buñol)	x	
3+720	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-421 Turís)	x	
3+730	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-424 Buñol)		x
3+730	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-421 Chiva)		x
3+730	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-424 Godella)		x
3+730	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-421 Chiva)		x
3+780	P-23	Paso de animales domésticos	x	
3+820	R-301	Velocidad máxima 40 km/h	x	
3+820	R-301	Velocidad máxima 40 km/h	x	
3+870	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
3+870	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
3+930	R-301	Velocidad máxima 60 km/h	x	
3+930	R-301	Velocidad máxima 60 km/h	x	
3+930	P-1	Intersección con prioridad	x	
3+930	P-1	Intersección con prioridad	x	
3+990	S-220	Preseñalización de direcciones hacia una carretera convencional	x	
4+000	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
4+006	R-301	Velocidad máxima 70 km/h	x	
4+060	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
4+140	Panel doble direccional largo	Giro a la izquierda		x
4+142	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 4)		x
4+142	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 4)	x	
4+177	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
4+186	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
4+286	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
4+286	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
4+340	Baliza plana	Obstáculo permanente	x	
4+340	Baliza plana	Obstáculo permanente		x
4+366	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
4+428	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
4+444	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x

4+494	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
4+494	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
4+550	Baliza plana	Obstáculo permanente	x	
4+557	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
4+565	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
4+570	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
4+645	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
4+658	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
4+710	Baliza plana	Obstáculo permanente	x	
4+710	Baliza plana	Obstáculo permanente		x
4+720	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
4+720	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
4+770	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
4+774	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
4+780	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
4+800	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
4+874	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
4+874	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
4+890	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
4+993	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
5+000	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
5+004	Panel direccional corto	Giro a la derecha	x	
5+020	Panel direccional corto	Giro a la izquierda		x
5+056	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	
5+066	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
5+140	Señal de inicio de T.M.	Término Municipal de Chiva		x
5+150	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 5)		x
5+150	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 5)	x	
5+192	Panel direccional corto	Giro a la derecha		x
5+200	Panel direccional corto	Giro a la izquierda	x	

Aunque no forma parte de la carretera CV-421, cabe mencionar por su posible influencia las señalizaciones de STOP (R-2, detención obligatoria) colocadas en la carretera CV-424 en su intersección con la CV-421, la cual se sitúa aproximadamente a partir del P.K. 3+720.



Como se puede ver en la imagen ambas señales de STOP están remarcadas con sus correspondientes señales horizontales, con inscripciones con letras blancas situadas en cada carril de circulación.

### **3.3.2 Marcas viales**

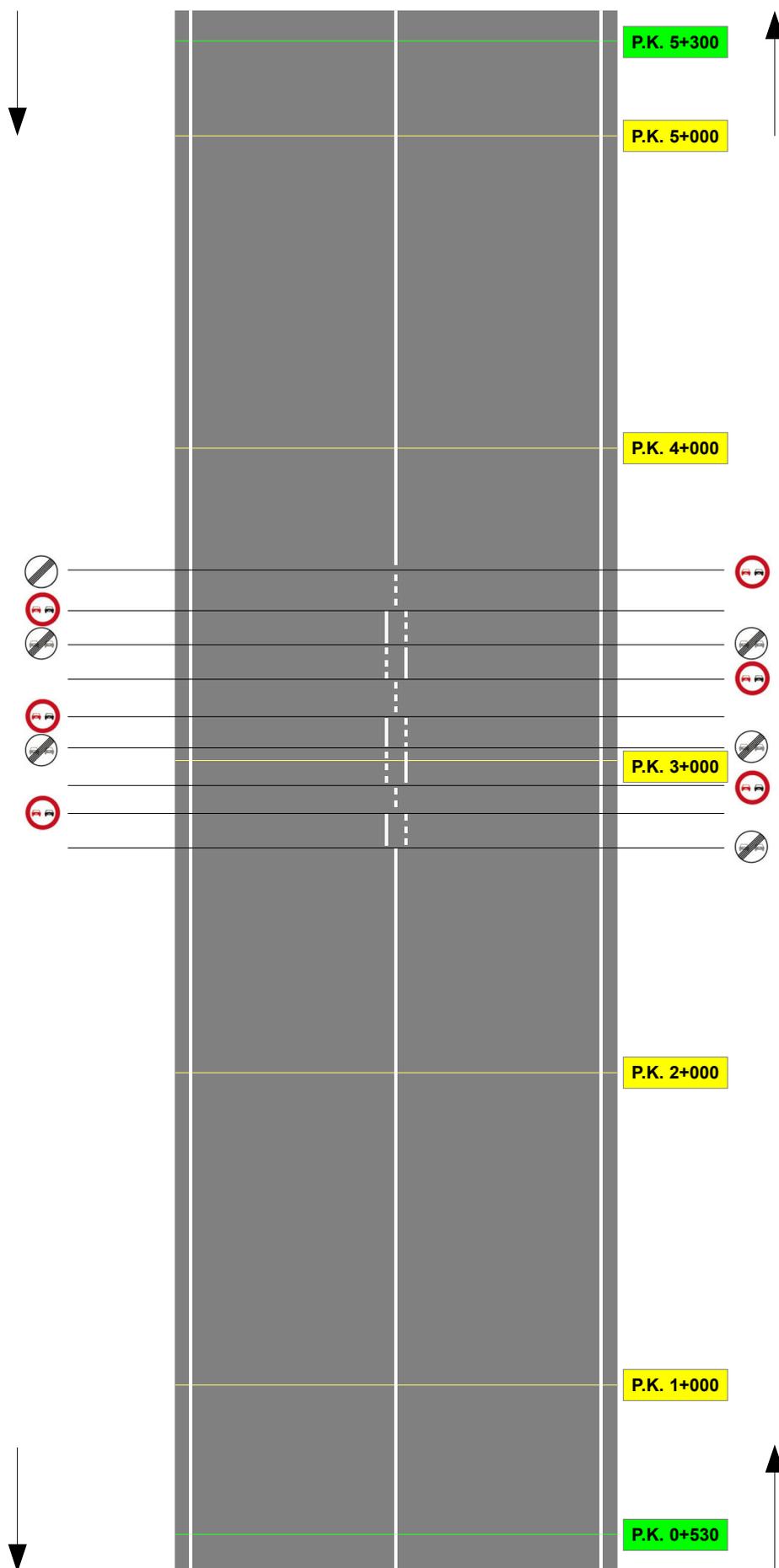
Según la Norma 8.2 de la Instrucción de Carreteras se pueden distinguir las siguientes marcas viales en el tramo estudiado:

- Marcas longitudinales discontinuas
  - Para separación de carriles normales
  - Para guía en la intersección
- Marcas longitudinales continuas
  - Para separación en calzada de dos o tres carriles
  - Para borde de calzada
- Marcas longitudinales continuas adosadas a discontinuas
  - Para regulación del adelantamiento en calzada de 2 ó 3 carriles y doble sentido de circulación.

En la siguiente página se puede ver un gráfico con la representación de la distribución de las marcas viales longitudinales (excepto las de intersección) dispuestas en el tramo estudiado de la CV-421.

En el gráfico se distinguen las diferentes zonas del tramo en las que está permitido o prohibido el adelantamiento y la invasión del sentido contrario, según las marcas longitudinales que separan los carriles y también según las señales verticales correspondientes. El P.K. de inferior numeración está situado en la parte inferior del gráfico, quedando el sentido creciente de los PP.KK. de abajo hacia arriba en el carril derecho. El sentido decreciente de los PP.KK. corresponde al carril izquierdo.

Las señales colocadas en la parte derecha del gráfico son las que están situadas para el sentido creciente de los PP.KK, mientras que las colocadas en la parte izquierda están referidas al sentido decreciente de los PP.KK. Como se podrá comprobar las marcas longitudinales están coordinadas con la señalización vertical.



### 3.4 SISTEMAS DE CONTENCIÓN

Los sistemas de contención que se encuentran entre los PP.KK. 0+535 y 5+300 de la carretera CV-421 son tres:

- Barreras de seguridad



- Barreras de seguridad con sistema de protección para motociclistas



- Muro de hormigón



De la misma manera que se ha hecho en el apartado anterior de señalización y balizamiento, a continuación se muestra un listado con la ubicación aproximada de los sistemas de contención existentes en el tramo ordenados de menor a mayor P.K. Cada sistema de protección colocado (barrera de seguridad o muro de hormigón, es decir, cada elemento con continuidad) está agrupado bajo un mismo cuadro y código numérico, incluyendo además si tiene añadido protección para motociclistas (sólo en el caso de las barreras de seguridad).

#### Disposición de sistemas de contención

P.K.	Sistema de contención	Identificación	Margen en el sentido creciente de los PP.KK.
0+500	Inicio de barrera de seguridad	IBS 01	Derecho
0+625	Fin de barrera de seguridad	FBS 01	Derecho
0+630	Inicio de barrera de seguridad	IBS 02	Derecho
0+785	Fin de barrera de seguridad	FBS 02	Derecho
0+795	Inicio de barrera de seguridad	IBS 03	Derecho
0+810	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 03	Derecho
0+845	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 03	Derecho
0+920	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 03 A	Derecho
0+960	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 03 A	Derecho
0+970	Fin de barrera de seguridad	FBS 03	Derecho
0+975	Inicio de barrera de seguridad	IBS 04	Derecho
0+980	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 04	Derecho
1+050	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 04	Derecho
1+070	Fin de barrera de seguridad	FBS 04	Derecho
1+085	Inicio de barrera de seguridad	IBS 05	Derecho
1+170	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 05	Derecho
1+420	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 05	Derecho
1+423	Fin de barrera de seguridad	FBS 05	Derecho
2+505	Inicio de barrera de seguridad	IBS 06	Derecho
2+510	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 06	Derecho

2+585	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 06	Derecho
2+590	Fin de barrera de seguridad	FBS 06	Derecho
4+080	Inicio de barrera de seguridad	IBS 07	Derecho
4+090	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 07	Derecho
4+160	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 07	Derecho
4+162	Fin de barrera de seguridad	FBS 07	Derecho
4+170	Inicio de barrera de seguridad	IBS 08	Derecho
4+172	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 08	Derecho
4+217	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 08	Derecho
4+220	Fin de barrera de seguridad	IBS 08	Derecho
4+342	Inicio de muro de hormigón	IMH 01	Izquierdo
4+552	Fin de muro de hormigón	FMH 01	Izquierdo
4+350	Inicio de barrera de seguridad	IBS 09	Derecho
4+410	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 09	Derecho
4+420	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 09	Derecho
4+530	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 09 A	Derecho
4+598	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 09 A	Derecho
4+602	Fin de barrera de seguridad	FBS 09	Derecho
4+740	Inicio de barrera de seguridad	IBS 10	Derecho
4+750	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 10	Derecho
4+887	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 10	Derecho
4+891	Fin de barrera de seguridad	FBS 10	Derecho
4+960	Inicio de barrera de seguridad	IBS 11	Derecho
4+964	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 11	Derecho
5+026	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 11	Derecho
5+030	Fin de barrera de seguridad	FBS 11	Derecho

### 3.5 ANÁLISIS NORMATIVO

En este apartado se procederá a la comprobación de que las características del tramo estudiado cumplen o incumplen con la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras. Para ello se utilizarán los datos geométricos obtenidos en la representación gráfica del tramo en el programa informático "Clip". Los datos geométricos están basados en longitudes de las distintas alineaciones que componen el tramo (recta, clotoide, curva circular), radios (curva circular), parámetro A (clotoide) y el ángulo girado (clotoide y curva circular). Los resultados y cálculos completos del análisis se podrán ver en un *Anejo*.

#### 3.5.1 Rectas: longitudes mínima y máxima

Según indica el apartado 4.2.1 de la Instrucción de Carreteras:

$$L_{\min,s} = 1,39 \cdot V_p$$

$$L_{\min,o} = 2,78 \cdot V_p$$

$$L_{\max} = 16,70 \cdot V_p$$

Siendo:

$L_{\min,s}$  = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\min,o}$  = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{\max}$  = Longitud máxima (m).

$V_p$  = Velocidad de proyecto del tramo (km/h).

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando una  $V_p = 40$  km/h para el tramo estudiado en la carretera CV-421, adoptaremos los siguientes valores presentes en la siguiente tabla 4.1 de la Norma 3.1-IC Trazado:

TABLA 4.1.

LONGITUDES MÍNIMA Y MÁXIMA RECOMENDABLES  
EN ALINEACIONES RECTAS.

( $V_p$ ) (km/h)	$L_{\min,s}$ (m)	$L_{\min,o}$ (m)	$L_{\max}$ (m)
140	195	389	2 338
130	181	361	2 171
120	167	333	2 004
110	153	306	1 837
100	139	278	1 670
90	125	250	1 503
80	111	222	1 336
70	97	194	1 169
60	83	167	1 002
50	69	139	835
40	56	111	668

Veamos que los cálculos redondeados coinciden con los valores de la tabla:

$$L_{\min,s} = 1,39 \cdot 40 = 55,6 \approx 56 \text{ m}$$

$$L_{\min,o} = 2,78 \cdot 40 = 111,2 \approx 111 \text{ m}$$

$$L_{\max} = 16,70 \cdot 40 = 668 \approx 668 \text{ m}$$

Según se puede ver en los datos recogidos de la alineación en planta en el tramo estudiado (ver tabla), hay numerosas alineaciones rectas con longitudes inferiores a 56 m y 111 m, las cuales quedan situadas entre curvas con radios de sentido contrario y curvas con radios de igual sentido respectivamente. Dicha situación contradice las recomendación de la Instrucción de Carreteras para que se produzca una acomodación y una adaptación a la conducción, la cual limita la longitud mínima de las alineaciones rectas. No hay alineaciones rectas superiores a la longitud máxima de 668 m, cumpliendo con la Instrucción de Carreteras.

**Longitud mínima de rectas**

Alineación	P.K. final (m)	Longitud (m)	Radio curva anterior (m)	Radio curva posterior (m)	Tipo	Criterio	Cumple
22 RE	533,924	101,830	500,000	37,500	O	L≥111m	No
26 RE	603,770	19,998	37,500	100,000	O	L≥111m	No
30 RE	653,064	8,156	100,000	85,000	O	L≥111m	No
34 RE	702,497	12,407	85,000	43,000	O	L≥111m	No
38 RE	744,995	2,413	43,000	-41,000	S	L≥56m	No
42 RE	851,176	50,470	-41,000	34,000	S	L≥56m	No
46 RE	945,626	58,610	34,000	-45,000	S	L≥56m	Sí
50 RE	1107,154	79,403	-45,000	16,750	S	L≥56m	Sí
54 RE	1170,174	14,461	16,750	-63,500	S	L≥56m	No
70 RE	1403,615	44,499	-70,000	74,000	S	L≥56m	No
74 RE	1478,238	16,256	74,000	-300,000	S	L≥56m	No
76 RE	1787,412	266,267	-300,000	800,000	S	L≥56m	Sí
78 RE	1925,678	86,480	800,000	80,000	O	L≥111m	No
82 RE	2029,077	38,128	80,000	-500,000	S	L≥56m	No
84 RE	2201,181	118,931	-500,000	-46,000	O	L≥111m	Sí
88 RE	2266,390	17,828	-46,000	-57,000	O	L≥111m	No
92 RE	2351,520	31,941	-57,000	80,000	S	L≥56m	No
96 RE	2424,412	31,932	80,000	19,000	O	L≥111m	No
100 RE	2482,397	13,637	19,000	-56,000	S	L≥56m	No
104 RE	2594,322	18,203	-56,000	300,000	S	L≥56m	No
106 RE	2665,455	43,956	300,000	57,000	O	L≥111m	No
110 RE	2994,100	247,541	57,000	-100,000	S	L≥56m	Sí
122 RE	3804,543	70,676	100,000	-115,000	S	L≥56m	Sí
130 RE	3943,639	35,785	-180,000	125,000	S	L≥56m	No
134 RE	3996,503	12,124	125,000	-160,000	S	L≥56m	No
138 RE	4090,317	17,560	-160,000	-37,500	O	L≥111m	No
146 RE	4247,214	46,288	-75,000	37,000	S	L≥56m	No
150 RE	4324,777	33,259	37,000	45,000	O	L≥111m	No
158 RE	4403,005	5,156	44,000	-54,000	S	L≥56m	No
162 RE	4448,532	10,369	-54,000	40,000	S	L≥56m	No
170 RE	4504,477	15,344	19,500	-110,000	S	L≥56m	No
178 RE	4611,398	40,089	-35,000	-90,000	O	L≥111m	No
182 RE	4681,779	19,319	-90,000	39,000	S	L≥56m	No
186 RE	4733,433	10,729	39,000	-70,000	S	L≥56m	No
190 RE	4832,145	35,736	-70,000	-51,500	O	L≥111m	No
202 RE	5023,019	16,839	-32,000	47,000	S	L≥56m	No
206 RE	5149,874	93,449	47,000	30,000	O	L≥111m	No
210 RE	5282,792	77,025	30,000	-55,000	S	L≥56m	Sí

### 3.5.2 Rectas de longitud limitada

Según el apartado 4.2.2 de la Norma 3.1-IC Trazado, se considerará que una alineación recta situada entre dos alineaciones curvas (constituidas por las curvas de acuerdo y la curva circular) es de longitud limitada, si la velocidad máxima alcanzable en ella se ve condicionada por la presencia de dichas alineaciones curvas. Si la longitud de la alineación recta fuera superior a la limitada, el conductor del vehículo podrá adoptar la velocidad máxima alcanzable en dicha alineación recta conforme a sus propias preferencias sobre la conducción y las limitaciones de velocidad señalizadas.

TABLA 4.2.

VELOCIDAD DE PROYECTO ( $V_p$ ) DEL TRAMO (km/h)	MÁXIMA LONGITUD DE UNA ALINEACIÓN RECTA PARA SER CONSIDERADA DE LONGITUD LIMITADA (m)
140, 130, 120, 110 y 100	400
90	300
80	230
70	175
60	85
50	50 (*)
40	30 (*)

(\*) Este valor es inferior a ( $L_{min,s}$ ) recomendado en la Tabla 4.1.

Para una velocidad de proyecto de 40 km/h, se establece que una recta de longitud limitada será aquella que tenga un máximo de 30 m.

Tal y como indican los datos geométricos de la alineación en planta, existen alineaciones rectas que son consideradas de longitud limitada (ver tabla).

#### Rectas de longitud limitada

Alineación	P.K. final (m)	Longitud $\leq$ 30 m
26 RE	603,770	19,998
30 RE	653,064	8,156
34 RE	702,497	12,407
38 RE	744,995	2,413
54 RE	1170,174	14,461
74 RE	1478,238	16,256
88 RE	2266,390	17,828
100 RE	2482,397	13,637
104 RE	2594,322	18,203
134 RE	3996,503	12,124
138 RE	4090,317	17,560
158 RE	4403,005	5,156
162 RE	4448,532	10,369
170 RE	4504,477	15,344
182 RE	4681,779	19,319
186 RE	4733,433	10,729
202 RE	5023,019	16,839

### 3.5.3 Curvas circulares

En primer lugar, el apartado 4.3.2 de la Norma 3.1-IC Trazado presenta una ecuación en la que la velocidad constante con la que un vehículo circula por una curva circular se da en función de varios condicionantes:

$$V^2 = 127 \cdot R \cdot \left( f_t + \frac{p}{100} \right)$$

Siendo:

V = Velocidad de la curva circular (km/h).

R = Radio de la circunferencia que define el eje del trazado en planta (m).

$f_t$  = coeficiente de rozamiento transversal movilizado.

p = peralte (%).

El coeficiente de rozamiento transversal movilizado vendrá dado en los cálculos según la velocidad de proyecto del tramo estudiado, la cual es  $V_p = 40$  km/h y que se tomará como velocidad específica ( $V_{ei}$ ) de cada una de las curvas circulares. Con esta velocidad se establece un coeficiente de rozamiento transversal máximo ( $f_{tMAX}$ ) y que viene dado por la siguiente tabla 4.3 según la  $V_e$ :

TABLA 4.3.

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL MÁXIMO MOVILIZADO ( $f_{tMAX}$ ).

$V_e$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_{tMAX}$	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

De esta manera se puede calcular la velocidad para cada curva circular del trazado sin rebasar el  $f_{tMAX}$  fijado por la  $V_p$ . El objetivo es comparar dicha velocidad con la velocidad máxima permitida según la señalización y las normas del Reglamento General de Circulación para cada curva circular. Así se podrá comprobar si el trazado y las velocidades fijadas para el mismo guardan coherencia, pues se entiende que no sería recomendable que las velocidades máximas permitidas fueran mayores que las velocidades calculadas.

Para la realización de los cálculos y dado que las herramientas utilizadas en este estudio no permiten obtener el peralte de cada curva circular del tramo, se ha utilizado el peralte máximo que establece la Norma 3.1-IC para curvas circulares según su radio (tabla 4.5). Esto mostrará que pese a realizar los cálculos en la condición más favorable (más peralte implica mayor velocidad calculada para la curva circular), hay velocidades permitidas que están por encima de las calculadas.

TABLA 4.5.

GRUPO	DENOMINACIÓN	RADIO (m)	PERALTE (%)
3	Carreteras multicarril C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40 y carreteras convencionales C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	$50 \leq R \leq 350$	7
		$350 \leq R \leq 2500$	$7 - 6,65 \cdot (1 - 350/R)^{1,9}$
		$2500 \leq R < 3500$	2
		$3500 \leq R$	Bombeo

Las tablas que se presentan a continuación contienen la velocidad calculada según los criterios anteriores y la velocidad máxima permitida en cada curva circular del trazado.

**Velocidad de curvas circulares: sentido creciente de los PP.KK.**

Curva Circular	P.K. final (m)	Radio (m)	Criterio	Peralte (%)	$f_{t \max}$ para $V_p = 40$ km/h	Velocidad calculada (km/h)	Velocidad máxima (km/h)	$V_c \geq V_{\max}$ (km/h)
24 CI	566,772	37,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	34,51	90	No
28 CI	634,907	100,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	56,35	90	No
32 CI	680,090	85,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	51,95	90	No
36 CI	734,582	43,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	36,95	90	No
40 CI	788,705	41,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	36,08	90	No
44 CI	885,015	34,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	32,86	90	No
48 CI	982,751	45,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	37,80	90	No
52 CI	1138,712	16,750	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	23,06	90	No
56 CI	1212,230	63,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	44,90	90	No
58 CI	1213,309	32,069	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	31,91	90	No
60 CI	1231,304	45,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	37,80	90	No
62 CI	1249,922	86,465	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	52,40	90	No
64 CI	1266,491	36,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	33,81	90	No
66 CI	1288,354	185,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	76,64	90	No
68 CI	1309,388	70,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	47,14	90	No
72 CI	1443,982	74,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	48,47	90	No
86 CI	2238,562	46,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	38,22	90	No
90 CI	2295,580	57,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	42,54	90	No
94 CI	2384,480	80,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	50,40	90	No
98 CI	2448,760	19,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	24,56	90	No
102 CI	2556,120	56,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	42,17	90	No
108 CI	2720,559	57,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	42,54	90	No
112 CI	3036,436	100,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	56,35	90	No
114 CI	3618,354	22054,764	Sin considerar				60	
116 CI	3649,600	55,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	41,79	40	Sí
118 CI	3723,906	392,194	$350 \leq R \leq 2500$	6,904	0,180	111,37	40	Sí
120 CI	3731,867	100,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	56,35	40	Sí
124 CI	3846,686	115,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	60,43	40	Sí
126 CI	3889,862	2024,126	$350 \leq R \leq 2500$	2,364	0,180	228,80	40	Sí
128 CI	3905,854	180,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	75,60	40	Sí
132 CI	3974,379	125,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	63,00	40	Sí
136 CI	4042,757	160,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	71,27	40	Sí
140 CI	4121,570	37,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	34,51	40	No
142 CI	4148,272	96,954	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	55,48	40	Sí
144 CI	4165,926	75,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	48,80	40	Sí
148 CI	4280,707	37,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	34,27	40	No
152 CI	4359,714	45,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	37,80	40	No
154 CI	4386,152	110,293	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	59,18	40	Sí
156 CI	4395,849	44,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	37,38	40	No
160 CI	4428,163	54,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	41,41	40	Sí
164 CI	4451,720	40,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	35,64	40	No
166 CI	4460,876	68,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	46,64	40	Sí
168 CI	4479,133	19,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	24,88	40	No
172 CI	4514,828	110,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	59,10	40	Sí
174 CI	4528,171	200,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	79,69	40	Sí

176 CI	4553,308	35,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	33,34	40	No
180 CI	4644,461	90,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	53,46	40	Sí
184 CI	4718,704	39,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	35,19	40	No
188 CI	4791,409	70,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	47,14	40	Sí
192 CI	4872,624	51,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	40,44	40	Sí
194 CI	4889,752	30,673	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	31,21	40	No
196 CI	4935,205	76,800	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	49,38	40	Sí
198 CI	4955,245	752,745	$350 \leq R \leq 2500$	4,973	0,180	148,20	40	Sí
200 CI	5001,181	32,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	31,87	40	No
204 CI	5049,425	47,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	38,63	40	No
208 CI	5179,633	30,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	30,86	40	No

**Velocidad de curvas circulares: sentido decreciente de los PP.KK.**

Curva Circular	P.K. final (m)	Radio (m)	Criterio	Peralte (%)	$f_{tmax}$ para $V_p = 40$ km/h	Velocidad calculada (km/h)	Velocidad máxima (km/h)	$V_c \geq V_{max}$ (km/h)
208 CI	5179,633	30,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	30,86	40	No
204 CI	5049,425	47,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	38,63	40	No
200 CI	5001,181	32,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	31,87	40	No
198 CI	4955,245	752,745	$350 \leq R \leq 2500$	4,973	0,180	148,20	40	Sí
196 CI	4935,205	76,800	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	49,38	40	Sí
194 CI	4889,752	30,673	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	31,21	40	No
192 CI	4872,624	51,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	40,44	40	Sí
188 CI	4791,409	70,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	47,14	40	Sí
184 CI	4718,704	39,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	35,19	40	No
180 CI	4644,461	90,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	53,46	40	Sí
176 CI	4553,308	35,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	33,34	40	No
174 CI	4528,171	200,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	79,69	40	Sí
172 CI	4514,828	110,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	59,10	40	Sí
168 CI	4479,133	19,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	24,88	40	No
166 CI	4460,876	68,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	46,64	40	Sí
164 CI	4451,720	40,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	35,64	40	No
160 CI	4428,163	54,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	41,41	40	Sí
156 CI	4395,849	44,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	37,38	40	No
154 CI	4386,152	110,293	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	59,18	40	Sí
152 CI	4359,714	45,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	37,80	40	No
148 CI	4280,707	37,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	34,27	40	No
144 CI	4165,926	75,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	48,80	40	Sí
142 CI	4148,272	96,954	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	55,48	40	Sí
140 CI	4121,570	37,500	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	34,51	40	No
136 CI	4042,757	160,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	71,27	40	Sí
132 CI	3974,379	125,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	63,00	70	No
128 CI	3905,854	180,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	75,60	60	Sí
126 CI	3889,862	2024,126	$350 \leq R \leq 2500$	2,364	0,180	228,80	60	Sí
124 CI	3846,686	115,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	60,43	60	Sí
120 CI	3731,867	100,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	56,35	40	Sí
118 CI	3723,906	392,194	$350 \leq R \leq 2500$	6,904	0,180	111,37	40	Sí
116 CI	3649,600	55,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	41,79	40	Sí
114 CI	3618,354	22054,764	Sin considerar				90	
112 CI	3036,436	100,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	56,35	90	No
108 CI	2720,559	57,000	$50 \leq R \leq 350$	7,000	0,180	42,54	90	No

102 CI	2556,120	56,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	42,17	90	No
98 CI	2448,760	19,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	24,56	90	No
94 CI	2384,480	80,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	50,40	90	No
90 CI	2295,580	57,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	42,54	90	No
86 CI	2238,562	46,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	38,22	90	No
72 CI	1443,982	74,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	48,47	90	No
68 CI	1309,388	70,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	47,14	90	No
66 CI	1288,354	185,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	76,64	90	No
64 CI	1266,491	36,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	33,81	90	No
62 CI	1249,922	86,465	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	52,40	90	No
60 CI	1231,304	45,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	37,80	90	No
58 CI	1213,309	32,069	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	31,91	90	No
56 CI	1212,230	63,500	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	44,90	90	No
52 CI	1138,712	16,750	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	23,06	90	No
48 CI	982,751	45,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	37,80	90	No
44 CI	885,015	34,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	32,86	90	No
40 CI	788,705	41,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	36,08	90	No
36 CI	734,582	43,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	36,95	90	No
32 CI	680,090	85,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	51,95	90	No
28 CI	634,907	100,000	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	56,35	60	No
24 CI	566,772	37,500	50 ≤ R ≤ 350	7,000	0,180	34,51	60	No

Se puede comprobar viendo los resultados que hay numerosas ocasiones en las que la velocidad máxima permitida es más elevada que la velocidad calculada. Y sobretodo cabe destacar que los distintos radios generan a la vez distintas velocidades calculadas, ofreciendo cambios constantes en la velocidad e incluso diferencias numéricas importantes.

El apartado 4.3.2 de la Norma 3.1-IC Trazado, establece además en la tabla 4.4 que el radio mínimo de una curva circular para una carretera C-40 con  $V_p = 40$  km/h (grupo 3) es de 50 m.

TABLA 4.4.

RELACIÓN VELOCIDAD DE PROYECTO - RADIO MÍNIMO - PERALTE MÁXIMO.

VELOCIDAD DE PROYECTO ( $V_p$ ) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1 050	8,00	--	--	--	--
130	850	8,00	--	--	--	--
120	--	--	700	8,00	--	--
110	--	--	550	8,00	--	--
100	--	--	450	8,00	--	--
90	--	--	350	8,00	350	7,00
80	--	--	250	8,00	265	7,00
70	--	--	--	--	190	7,00
60	--	--	--	--	130	7,00
50	--	--	--	--	85	7,00
40	--	--	--	--	50	7,00

Como se puede comprobar en los datos geométricos del tramo de la carretera CV-421 estudiado, existen alrededor de 20 curvas circulares con una radio inferior a 50 m (ver tabla).

#### Curvas circulares

Alineación	P.K. final (m)	Radio ≤ 50 m
24 CI	566,772	37,500
36 CI	734,582	43,000
40 CI	788,705	-41,000
44 CI	885,015	34,000
48 CI	982,751	-45,000
52 CI	1138,712	16,750
58 CI	1213,309	-32,069
60 CI	1231,304	-45,000
86 CI	2238,562	-46,000
98 CI	2448,760	19,000
140 CI	4121,570	-37,500
148 CI	4280,707	37,000
152 CI	4359,714	45,000
156 CI	4395,849	44,000
164 CI	4451,720	40,000
168 CI	4479,133	19,500
176 CI	4553,308	-35,000
184 CI	4718,704	39,000
194 CI	4889,752	30,673
204 CI	5049,425	47,000
208 CI	5179,633	30,000

#### 3.5.4 Curvas de acuerdo

Tal y como establece el apartado 4.4.1 de la Norma 3.1-IC Trazado, para curvas circulares de radio menor que cinco mil metros (< 5 000 m) en carreteras de los Grupos 1 y 2 y para curvas circulares de radio menor que dos mil quinientos metros (< 2 500 m) en carreteras del Grupo 3, será necesario utilizar curvas de acuerdo, mientras que para curvas circulares de radios mayores o iguales que los indicados no será necesario utilizarlas.

Se adoptará en todos los casos como forma de la curva de acuerdo una clotoide, cuya ecuación intrínseca es.

$$R \cdot L = A^2$$

Siendo:

R = Radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = Longitud de la curva entre su punto de inflexión (R=∞).

A = parámetro de la clotoide, característico de la misma.

En primer lugar se comprobará si en el caso del tramo estudiado, correspondiente a una carretera de Grupo 3, se respeta la utilización de curvas de acuerdo para curvas circulares de radio inferior a 2500 m. Según el trazado geométrico obtenido a través del programa "Clip", se puede observar que en la mayoría de las ocasiones se utilizan clotoides en la entrada y salida de curvas circulares. Pero también encontramos algunos casos en los

que la transición entre una recta y el radio constante de la curva circular es inexistente, sin que estemos ante la excepción contemplada en la norma para radios igual o mayores de 2500 m.

**Curvas de acuerdo**

Alineación	P.K. final (m)	Radio (m)
74 RE	1478,238	Infinito
75 CI	1521,145	-300
76 RE	1787,412	Infinito
77 CI	1839,198	800
78 RE	1925,678	Infinito
82 RE	2029,077	Infinito
83 CI	2082,250	-500
84 RE	2201,181	Infinito
104 RE	2594,322	Infinito
105 CI	2621,499	300
106 RE	2665,455	Infinito

### 3.5.5 Limitaciones por condiciones de percepción visual y longitudes máximas

El apartado 4.4.3.3 de la Norma 3.1-IC Trazado establece limitaciones para que la presencia de una curva de acuerdo sea fácilmente perceptible por el conductor, debiéndose cumplir que:

- La variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que un dieciochoavo de radián ( $\geq 1/18$  radianes).
- El retranqueo de la curva circular sea mayor o igual que cincuenta centímetros ( $\geq 50$  cm).

Es decir:

$$\text{Para } R_0 \geq 972 \text{ m: } L_{\min} = \frac{R_0}{9} \Rightarrow A_{\min} = \frac{R_0}{3}$$

$$\text{Para } R_0 < 972 \text{ m: } L_{\min} = 2 \cdot \sqrt{3 \cdot R_0} \Rightarrow A_{\min} = (12 \cdot R_0^3)^{1/4}$$

Siendo:

$L_{\min}$  = Longitud (m)

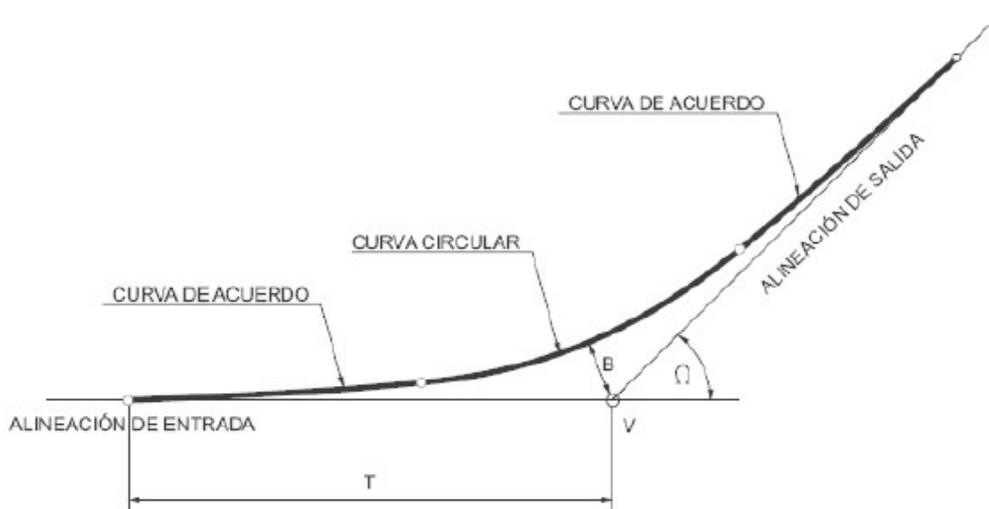
$R_0$  = Radio de la curva circular (m)

En este análisis normativo se ha procedido a calcular las longitudes mínimas y los parámetros A mínimos que exige la norma, partiendo de los radios de las alineaciones circulares del tramo ( $R_0$ ). Para ello se han comprobado todas las transiciones *clotoide-curva circular-clotoide* del tramo, para luego comparar las longitudes (L) y parámetros (A) reales con los  $L_{\min}$  y  $A_{\min}$  obtenidos. Como el trazado del tramo es sinuoso, los incumplimientos en este apartado son muy numerosos. Con el fin de no ser repetitivo en el análisis, a continuación se mostrarán sólo aquellas clotoides que cumplen con  $L_{\min}$  y  $A_{\min}$ .

En consonancia con el apartado el apartado 4.4.3.3 se ha comprobado a la vez el apartado 4.4.4 de la Norma 3.1-IC Trazado, el cual establece que la longitud máxima de una curva de acuerdo (clotoide) no será superior a una vez y media su longitud mínima.

Alineación	Longitud	A (CL) ó R (CI)	4.4.3.3 Percepción visual			4.4 Longitudes máximas	
			Lmin	Amin	Cumple	Longitud/Lmin € [1;1,5]	Cumple
51 CL	5,001	9,152	14,177	15,410	No	0,353	No
52 CI		16,750					
53 CL	17,001	16,875	14,177	15,410	Sí	1,199	Sí
97 CL	20,001	19,949	15,100	16,938	Sí	1,325	Sí
98 CI		19,000					
99 CL	20,001	19,494	15,100	16,938	Sí	1,325	Sí
107 CL	30,000	41,352	26,153	38,610	Sí	1,147	Sí
108 CI		57,000					
109 CL	26,000	38,497	26,153	38,610	No	0,994	No
115 CL	29,091	40,000	25,690	37,590	Sí	1,132	Sí
116 CI		55,000					
117 CL	25,011	40,000	25,690	37,590	No	0,974	No
143 CL	2,000	25,738	30,000	47,434	No	0,067	No
144 CI		75,000					
145 CL	35,000	51,235	30,000	47,434	Sí	1,167	Sí

Junto con lo anterior, el apartado 4.4.3.3 de la Norma 3.1-IC Trazado indica que se procurará, además, que la variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que la quinta parte del ángulo total de giro ( $\Omega$ ) entre las alineaciones rectas consecutivas en que se inserta la clotoide:



Es decir:

$$L_{\min} = \frac{\pi \cdot \Omega}{500} \cdot R_o \Rightarrow A_{\min} = R_o \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \Omega}{500}}$$

Siendo:

$\Omega$  = ángulo de giro entre alineaciones rectas (gon).

Para realizar la comprobación se han escogido las transiciones *clotoide-curva circular-clotoide* anteriores, exceptuando las dos últimas que no están precedidas y sucedidas por una alineación recta. De esta manera se puede comprobar que sólo hay una clotoide (107 CL) que cumple todas las condiciones de percepción visual y longitud máxima.

Alineación	Longitud	A (CL) ó R (CI)	Acimut	4.4.3.3 Percepción visual			4.4 Longitudes máximas	
				Lmin	Amin	Cumple	Longitud/Lmin $\epsilon$ [1;1,5]	Cumple
50 RE			348,3063					
51 CL	5,001	9,152	$\Omega$	27,074	21,295	No	0,185	No
52 CI		16,750	257,2513					
53 CL	17,001	16,875		27,074	21,295	No	0,628	Sí
54 RE			91,0550					
96 RE			330,7210					
97 CL	20,001	19,949	$\Omega$	38,013	26,875	No	0,526	Sí
98 CI		19,000	318,4213					
99 CL	20,001	19,494		38,013	26,875	No	0,526	Sí
100 RE			12,2997					
106 RE			334,2574					
107 CL	30,000	41,352	$\Omega$	21,242	34,796	Sí	1,412	Sí
108 CI		57,000	59,3107					
109 CL	26,000	38,497		21,242	34,796	Sí	1,224	Sí
110 RE			393,5681					

### 3.5.6 Desarrollo mínimo

Según el apartado 4.4.5 de la Norma 3.1-IC Trazado, el desarrollo mínimo de la curva correspondiente a la combinación básica Tipo I (*recta-clotoide-curva circular-clotoide-recta*) se corresponderá, en general, con una variación de acimut entre sus extremos mayor o igual que veinte gonios ( $\geq 20$  gon), pudiendo aceptarse valores entre veinte gonios (20 gon) y seis gonios (6 gon). Excepcionalmente podrán admitirse valores menores que seis gonios ( $< 6$  gon) mediante la utilización de curvas Tipo III (*recta-curva circular-recta*).

Como se puede ver en los datos del trazado en planta (ver anexo), la mayoría de combinaciones *recta-clotoide-curva circular-clotoide-recta* tienen una variación de acimut mayor de 20 gon. Hay algunas excepciones con valores de  $\Omega$  algo por debajo de 20 gon, además de existir también combinaciones *recta-círculo-recta*. En la tabla siguiente se pueden ver los casos más susceptibles de incumplimiento normativo:

#### Desarrollo mínimo

Alineación	P.K. final (m)	Acimut	Angulo $\Omega$	Cumple
26 RE	603,770	<b>355,6345</b>	19,8223	Sí, $20 \geq \Omega \geq 6$ , combinación Tipo I
27 CL	613,770	358,8177		
28 CI	634,907	372,2737		
29 CL	644,907	375,4568		
30 RE	653,064	<b>375,4568</b>		
74 RE	1478,238	<b>368,5343</b>	9,1053	No, $20 \geq \Omega \geq 6$ , combinación Tipo III
75 CI	1521,145	359,4290		
76 RE	1787,412	<b>359,4290</b>		
76 RE	1787,412	<b>359,4290</b>	4,1210	Sí, $\Omega < 6$ , combinación Tipo III
77 CI	1839,198	363,5500		
78 RE	1925,678	<b>363,5500</b>		
82 RE	2029,077	<b>395,5964</b>	6,7702	No, $20 \geq \Omega \geq 6$ , combinación Tipo III
83 CI	2082,250	388,8262		
84 RE	2201,181	<b>388,8262</b>		
104 RE	2594,322	<b>328,4902</b>	5,7672	Sí, $\Omega < 6$ , combinación Tipo III
105 CI	2621,499	334,2574		
106 RE	2665,455	<b>334,2574</b>		

### 3.5.7 Simetría y otras alineaciones

El apartado 4.4.6 de la Norma 3.1-IC Trazado dice que las curvas de acuerdo (clotoides) contiguas a una curva circular en el tronco de una carretera (mayoritariamente en los Grupos 1 y 2) deberán ser simétricas, salvo justificación técnica en contrario.

En el tramo estudiado es una carretera de Grupo 3, por lo tanto no estaría sujeto a una obligación tan estricta de simetría como si fuera de Grupo 1 ó 2. El trazado geométrico presenta clotoides contiguas a una curva circular simétricas, pero también hay casos de asimetría en curvas que aumentan o disminuyen su radio en la entrada o salida de las mismas.

El apartado 4.4.7 de la Norma 3.1-IC Trazado establece que en ramales de enlace, en vías de giro y en las carreteras del Grupo 3 con velocidades inferiores, podrán utilizarse otros tipos de alineaciones curvas (Anexo 4).

El Anexo 4 presenta 7 tipos diferentes de alineaciones:

1. Tipo I: *recta-clotoide-curva circular-clotoide-recta*
2. Tipo II: *recta-clotoide-clotoide-recta*
3. Tipo III: *recta-curva circular-recta*
4. Tipo IV: *curva circular-clotoide-clotoide-curva circular*
5. Tipo V: *curva circular-clotoide-curva circular*
6. Tipo VI: *curva circular-curva circular*
7. Tipo VII: *clotoide-clotoide*

En el tramo estudiado las combinaciones más habituales son las Tipo I y Tipo III. También existen algunas partes del tramo en las cuales existen sucesiones del tipo *clotoide-curva circular-clotoide* "en bucle" e insertadas entre alineaciones rectas. A continuación se muestra un ejemplo:

Otras alineaciones

Alineación	P.K. final (m)	Longitud (m)	R (CI o RE) ó A (CL) (m)
138 RE	4090,317	17,560	Infinito
139 CL	4105,317	15,000	23,717
140 CI	4121,570	16,253	-37,500
141 CL	4136,571	15,000	30,287
142 CI	4148,272	11,702	-96,954
143 CL	4150,272	2,000	25,738
144 CI	4165,926	15,654	-75,000
145 CL	4200,926	35,000	51,253
146 RE	4247,214	46,288	Infinito

### 3.5.8 Ángulo de giros pequeños

Según el apartado 4.4.8 de la Norma 3.1-IC Trazado, en el caso de valores excepcionales de ángulos de giro entre dos alineaciones rectas menores que seis gonios (< 6 gon), para mejorar la percepción visual, se realizará la unión de las mismas mediante una curva circular sin clotoides (curva Tipo III, Anexo 4), de radio tal que se cumpla:

$$D_c \geq 325 - 25 \cdot \Omega$$

Siendo:

$D_c$  = Desarrollo de la curva (m).

$\Omega$  = Ángulo entre las alineaciones rectas (gon).

Se procurará que el ángulo de giro ( $\Omega$ ) entre dos alineaciones rectas consecutivas no sea inferior a dos gonios excepto en el caso de proximidad a otras infraestructuras.

#### Ángulos de giro pequeños

Alineación	P.K. final (m)	Dc	Acimut	Angulo $\Omega$	$325 - 25 \cdot \Omega$	Cumple
76 RE	1787,412	51,786	<b>359,4290</b>	4,1210	221,9750	No
77 CI	1839,198		363,5500			$D_c \leq 325 - 25 \cdot \Omega$
78 RE	1925,678		<b>363,5500</b>			
104 RE	2594,322	27,177	<b>328,4902</b>	5,7672	180,8200	No
105 CI	2621,499		334,2574			$D_c \leq 325 - 25 \cdot \Omega$
106 RE	2665,455		<b>334,2574</b>			

A continuación se analizará si los giros pequeños inferiores a 6 gonios ya vistos en el apartado 3.5.6 cumplen con lo anterior. Como se puede ver en el resultado,  $D_c$  tiene valores inferiores a  $325 - 25 \cdot \Omega$ , por lo tanto no cumple con la condición de percepción visual.

### 3.5.9 Coordinación entre alineaciones curvas consecutivas

El apartado 4.5 de la Norma 3.1-IC Trazado 2016 establece las siguientes condiciones:

- Cuando se unan dos alineaciones curvas consecutivas (constituida cada una por una curva circular con sus correspondientes curvas de acuerdo) sin alineación recta intermedia o con una recta de longitud limitada (ver tabla 4.7).

TABLA 4.7.

#### RELACIÓN ENTRE RADIOS DE CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS SIN RECTA INTERMEDIA O CON RECTA DE LONGITUD LIMITADA.<sup>12</sup>

	R (m)	R' (m)
I	50 – 450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$
II	450 – 700	$\frac{40}{135} \cdot R + 166,7 \leq R' < \frac{110}{25} \cdot R - 1280$
III	700 – 1800	$R' \geq \frac{40}{135} \cdot R + 166,7$
IV	> 1800	$R' \geq 700$

- Cuando se unan dos alineaciones curvas consecutivas (constituidas cada una por una curva circular con sus correspondientes curvas de acuerdo) con alineación recta intermedia de mayor longitud que la correspondiente a la recta de longitud limitada (Tabla 4.2) el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será:
  1. Carreteras del Grupo 1. Mayor o igual que el radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto ( $V_p$ ).
  2. Carreteras del Grupo 2. Mayor o igual que setecientos metros ( $\geq 700$  m).
  3. Carreteras del Grupo 3. Mayor o igual que el doble del radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto ( $V_p$ ).

Nota: R es el radio de entrada y R' es el radio de salida.

Para comprobar la coordinación entre dos alineaciones curvas consecutivas se ha revisado cada sentido de circulación del tramo, en el sentido creciente de los PP.KK. y en el sentido decreciente de los PP.KK. Según la alineación recta (si la hubiese) que separa cada curva y sus radios, se ha aplicado uno de los criterios anteriores: "Tabla 4.7" (I, II, III ó IV) ó " $R' \geq 2*50$ " ( $V_p = 40$  km/h y radio mínimo = 50 m para carreteras de Grupo 3). Tal y como establece el apartado 4.5 de la Norma 3.1-IC 2016, se ha realizado la comprobación para alineaciones curvas consecutivas constituidas cada una por una curva circular con sus correspondientes curvas de acuerdo.

**Criterios Norma 3.1-IC 2016**

Alineación entre curvas	Criterio según el radio de entrada R (m)	
Sin recta ó Recta $\leq 30$ m	50 - 450	Tabla 4.7 I
	450 - 700	Tabla 4.7 II
	700 - 1800	Tabla 4.7 III
	> 1800	Tabla 4.7 IV
Recta > 30 m	$\geq 50$	$R' \geq 2*50$

De la misma manera que se ha hecho en algún apartado anterior y con el fin de no ser repetitivo, se mostrarán a continuación sólo aquellas alineaciones curvas que cumplen con la normativa o que tienen alguna particularidad que impide que cumplan con la misma. Para ello se han establecido diferentes tipos de incumplimiento con el objetivo de interpretar mejor los resultados. Las alineaciones que no aparecen son todas de incumplimiento tipo (2). En un anexo posterior se podrán ver los resultados completos.

Cumple	Tipos de sucesos entre alineaciones curvas consecutivas
(1) Sí	Valor de R dentro del rango $R_{\max}$ - $R_{\min}$ , $R_{\text{salida}}$ y $R_{\text{entrada}} \geq 50$ m
(2) No	Valor de R fuera del rango $R_{\max}$ - $R_{\min}$
(3) No	Valor de R dentro del rango $R_{\max}$ - $R_{\min}$ , pero $R_{\text{salida}}$ y $R_{\text{entrada}} < 50$ m
(4) No	Valor de R dentro del rango $R_{\max}$ - $R_{\min}$ , pero $R_{\text{salida}} < 50$ m
(5) No	Valor de R dentro del rango $R_{\max}$ - $R_{\min}$ , pero $R_{\text{entrada}} < 50$ m
(6) No	La coordinación CI-RE-CI no tiene CL (clotoide)

**Coordinación entre alineaciones curvas consecutivas: sentido creciente de los PP.KK. - Norma IC-3.1 Trazado 2016**

Alineación	P.K. final (m)	Radio (m)	Radio de salida mínimo (m)	Radio de salida máximo (m)	Cumple
32 CI	680,090	85,000	72,735	144,350	(1) Sí
40 CI	788,705	41,000	35,722	53,863	(3) No
<b>75 CI</b>	<b>1521,145</b>	<b>300,000</b>	<b>55,852</b>	<b>103,075</b>	<b>(6) No</b>
<b>77 CI</b>	<b>1839,198</b>	<b>800,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(6) No</b>
<b>80 CI</b>	<b>1965,949</b>	<b>80,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(6) No</b>
<b>83 CI</b>	<b>2082,250</b>	<b>500,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(6) No</b>
<b>86 CI</b>	<b>2238,562</b>	<b>46,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(6) No</b>
90 CI	2295,580	57,000	37,670	58,625	(5) No
<b>105 CI</b>	<b>2621,499</b>	<b>300,000</b>	<b>44,164</b>	<b>74,500</b>	<b>(6) No</b>
108 CI	2720,559	57,000	100,000		(6) No
112 CI	3036,436	100,000	100,000		(1) Sí
124 CI	3846,686	115,000	100,000		(1) Sí
<b>132 CI</b>	<b>3974,379</b>	<b>125,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(1) Sí</b>
136 CI	4042,757	160,000	88,969	184,038	(1) Sí
144 CI	4165,926	75,000	70,757	139,514	(1) Sí
160 CI	4428,163	54,000	36,371	55,450	(5) No

En el sentido creciente de los PP.KK., sólo seis alineaciones curvas cumplen totalmente entre las más de cincuenta que componen el tramo estudiado. La alineación 40 CI cumple a priori, pero hay que tener en cuenta que su radio es inferior a los 50 m, lo cual no cumpliría con la Norma 3.1-I.C 2016. Las alineaciones 90 CI y 160 CI cumplirían entre los rangos mínimos y máximos, pero en el cálculo sus radios de entrada también son inferiores a 50.

**Coordinación entre alineaciones curvas consecutivas: sentido decreciente de los PP.KK. - Norma IC-3.1 Trazado 2016**

Alineación	P.K. final (m)	Radio (m)	Radio de salida mínimo (m)	Radio de salida máximo (m)	Cumple
156 CI	4395,849	44,000	42,865	71,325	(4) No
142 CI	4148,272	96,954	56,501	104,663	(1) Sí
<b>132 CI</b>	<b>3974,379</b>	<b>125,000</b>	<b>111,696</b>	<b>239,600</b>	<b>(1) Sí</b>
128 CI	3905,854	180,000	100,000		(1) Sí
120 CI	3731,867	100,000	100,000		(1) Sí
<b>105 CI</b>	<b>2621,499</b>	<b>300,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(6) No</b>
102 CI	2556,120	56,000	202,605	461,850	(6) No
<b>86 CI</b>	<b>2238,562</b>	<b>46,000</b>	<b>44,813</b>	<b>76,088</b>	<b>(4) No</b>
<b>83 CI</b>	<b>2082,250</b>	<b>500,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(6) No</b>
<b>80 CI</b>	<b>1965,949</b>	<b>80,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(6) No</b>
<b>77 CI</b>	<b>1839,198</b>	<b>800,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(6) No</b>
<b>75 CI</b>	<b>1521,145</b>	<b>300,000</b>	<b>100,000</b>		<b>(6) No</b>
72 CI	1443,982	74,000	202,605	461,850	(6) No
36 CI	734,582	43,000	34,423	50,688	(4) No
28 CI	634,907	100,000	62,995	120,538	(1) Sí

En el sentido decreciente de los PP.KK., sólo cinco alineaciones curvas cumplen completamente. Al igual que antes hay algunas que tienen un radio por debajo del mínimo: 156 CI, 86 CI y 36 CI. Como se puede comprobar sólo la alineación curva circular 132 CI cumple en ambos sentidos de circulación. En **negrita y cursiva** están marcadas las alineaciones curvas comunes para ambos sentidos en este extracto de las tablas.

Dado que la Norma 3.1-IC 2016 presenta algunas limitaciones en la aplicación de la coordinación entre alineaciones curvas consecutivas, se analizará también el trazado con la Norma 3.1-IC 2000. De esta manera se tendrá un análisis más amplio del apartado y se dispondrá de más información para acometer propuestas de mejora. La comprobación de la coordinación entre dos alineaciones curvas consecutivas se hará de manera análoga a lo visto en la Norma 3.1-IC 2016 y con los criterios que se muestran a continuación.

El apartado 4.5 de la Norma 3.1-IC Trazado 2000 establece las siguientes condiciones:

- Para todo de tipo de carreteras, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual que cuatrocientos metros (400 m), la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las expresiones de la siguiente tabla.

#### Criterios Norma 3.1-IC 2000

TABLA 4.6.

CLASE DE CARRETERA		$R_s$
Grupo 1	AP, AV, R y C-100	$1,5 \cdot R + 1,05 \cdot 10^{-3} \cdot (R - 250)^3 \cdot R$ $250 \leq R \leq 700$
Grupo 2	C-80, C-60 y C-40	$1,5 \cdot R + 4,693 \cdot 10^{-3} \cdot (R - 50)^3 \cdot R$ $50 \leq R \leq 300$

Nota: R es el radio de entrada y  $R_s$  es el radio de salida.

#### Coordinación entre alineaciones curvas consecutivas: sentido creciente de los PP.KK. - Norma IC-3.1 Trazado 2000

Alineación	P.K. final (m)	Radio (m)	Radio de salida máximo (m)	Radio de salida mínimo (m)	Cumple
32 CI	680,090	85,000	151	67	(1) Sí
<b>40 CI</b>	<b>788,705</b>	<b>41,000</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>(3) No</b>
<b>44 CI</b>	<b>885,015</b>	<b>34,000</b>	<b>61</b>	<b>31</b>	<b>(3) No</b>
48 CI	982,751	45,000	51	27	(3) No
60 CI	1231,304	45,000	48	26	(3) No
<b>72 CI</b>	<b>1443,982</b>	<b>74,000</b>	<b>105</b>	<b>50</b>	<b>(1) Sí</b>
<b>75 CI</b>	<b>1521,145</b>	<b>300,000</b>	<b>111</b>	<b>51</b>	<b>(6) No</b>
<b>77 CI</b>	<b>1839,198</b>	<b>800,000</b>	<b>670</b>	<b>186</b>	<b>(6) No</b>
<b>80 CI</b>	<b>1965,949</b>	<b>80,000</b>	<b>&gt; 670</b>	<b>373</b>	<b>(6) No</b>
<b>83 CI</b>	<b>2082,250</b>	<b>500,000</b>	<b>120</b>	<b>53</b>	<b>(6) No</b>
86 CI	2238,562	46,000	> 670	259	(6) No
<b>90 CI</b>	<b>2295,580</b>	<b>57,000</b>	<b>69</b>	<b>34</b>	<b>(5) No</b>

94 CI	2384,480	80,000	86	50	(1) Sí
<b>105 CI</b>	<b>2621,499</b>	<b>300,000</b>	<b>86</b>	<b>50</b>	<b>(6) No</b>
108 CI	2720,559	57,000	120	186	(6) No
124 CI	3846,686	115,000	151	67	(1) Sí
<b>132 CI</b>	<b>3974,379</b>	<b>125,000</b>	<b>289</b>	<b>119</b>	<b>(1) Sí</b>
136 CI	4042,757	160,000	190	84	(1) Sí
144 CI	4165,926	75,000	146	65	(1) Sí
152 CI	4359,714	45,000	55	29	(3) No
<b>160 CI</b>	<b>4428,163</b>	<b>54,000</b>	<b>66</b>	<b>33</b>	<b>(5) No</b>
192 CI	4872,624	51,500	105	50	(1) Sí
204 CI	5049,425	47,000	48	26	(3) No

En el sentido creciente de los PP.KK, con la Norma 3.1-IC Trazado 2000 el número de alineaciones curvas que cumplen aumenta hasta ocho incluyendo ahora 72 CI, 94 CI y 192 CI, mientras que 112 CI no cumpliría. También se amplía el número de casos con incumplimientos del tipo (3) y (5).

**Coordinación entre alineaciones curvas consecutivas: sentido decreciente de los PP.KK. - Norma IC-3.1 Trazado 2000**

Alineación	P.K. final (m)	Radio (m)	Radio de salida máximo (m)	Radio de salida mínimo (m)	Cumple
188 CI	4791,409	70,000	77	50	(1) Sí
<b>160 CI</b>	<b>4428,163</b>	<b>54,000</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>(5) No</b>
148 CI	4280,707	37,000	67	33	(3) No
142 CI	4148,272	96,954	113	51	(1) Sí
<b>132 CI</b>	<b>3974,379</b>	<b>125,000</b>	<b>250</b>	<b>106</b>	<b>(1) Sí</b>
128 CI	3905,854	180,000	190	84	(1) Sí
120 CI	3731,867	100,000	174	77	(1) Sí
105 CI	2621,499	300,000	289	50	(6) No
102 CI	2556,120	56,000	151	186	(6) No
<b>90 CI</b>	<b>2295,580</b>	<b>57,000</b>	<b>120</b>	<b>53</b>	<b>(1) Sí</b>
<b>83 CI</b>	<b>2082,250</b>	<b>500,000</b>	<b>69</b>	<b>34</b>	<b>(6) No</b>
<b>80 CI</b>	<b>1965,949</b>	<b>80,000</b>	<b>&gt; 670</b>	<b>259</b>	<b>(6) No</b>
<b>77 CI</b>	<b>1839,198</b>	<b>800,000</b>	<b>120</b>	<b>53</b>	<b>(6) No</b>
<b>75 CI</b>	<b>1521,145</b>	<b>300,000</b>	<b>&gt; 670</b>	<b>373</b>	<b>(6) No</b>
<b>72 CI</b>	<b>1443,982</b>	<b>74,000</b>	<b>670</b>	<b>186</b>	<b>(6) No</b>
68 CI	1309,388	70,000	111	51	(1) Sí
<b>44 CI</b>	<b>885,015</b>	<b>34,000</b>	<b>67</b>	<b>33</b>	<b>(3) No</b>
<b>40 CI</b>	<b>788,705</b>	<b>41,000</b>	<b>51</b>	<b>27</b>	<b>(3) No</b>
36 CI	734,582	43,000	61	31	(3) No
28 CI	634,907	100,000	128	58	(1) Sí

En el sentido creciente de los PP.KK también se amplía en número de alineaciones que cumplen, añadiéndose ahora 188 CI, 90 CI y 68 CI. Los incumplimientos pasan a ser del tipo (3) o (5) apareciendo la mayoría en alineaciones distintas a las vistas con la normativa

2016. De la misma manera que sucedía con la Norma 2016, sólo la alineación 132 CI cumple totalmente en ambos sentidos. Hay que remarcar que con la Norma 2000 aparecen más alineaciones con incumplimientos del tipo (3) y (5), que además son comunes o similares para ambos sentidos: por ejemplo 40 CI, 44 CI y 160 CI. La coordinación de alineaciones sin clotoide, tipo (6), se repite para ambas normativas aunque el rango de radios mínimos y máximos calculado es diferente según la Norma 3.1-IC aplicada.

### 3.5.10 Sección transversal en planta

El apartado 7.3.1 de la Norma 3.1-IC Trazado dispone unas dimensiones determinadas para los elementos que constituyen la sección transversal de una carretera: plataforma (carriles y arcenes) y las bermas. Sus dimensiones se ajustarán a los valores que se indican en la Tabla 7.1.

**TABLA 7.1.**  
**DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.**

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

En el caso del tramo estudiado de la CV-421, se trata de una carretera convencional con un carril para cada sentido de circulación y  $V_p = 40$  km/h (tal y como se indica en el apartado 3.5.1 de este Análisis Normativo). Para esta velocidad de proyecto el ancho de los carriles debe medir entre 3 y 3,50 metros, el de los arcenes debe ser de 0,5 o 1,0 metros y la berma ha de tener como mínimo 0,5 metros.

Entre los PP.KK. 0+535 y 5+300 la CV-421 tiene un ancho de carriles que es inferior a los 3 metros a lo largo de su trazado, estando entre los 2,50 y 2,80 metros en una gran parte del recorrido del tramo, con la excepción del cruce con la CV-424 en el cual la anchura es algo mayor debido a la intersección entre ambas carreteras. El arcén y la berma son inexistentes en el tramo, estando los bordes exteriores de la carretera en contacto con el terreno adyacente con algunas excepciones que también se mostrarán a continuación. Siendo esto así, el tramo estudiado no cumple los mínimos establecidos en la sección transversal en planta en condiciones estándar para una carretera de esta tipología.

En referencia a lo dicho en el párrafo anterior, la Norma 3.1-IC en su artículo 7.3.1 plantea algunas excepciones en las que se puede reducir el ancho de los carriles o de los arcenes:

- El ancho habitual de los carriles se podrá reducir, si fuese necesario y de forma justificada, en tramos periurbanos y urbanos considerándose simultáneamente una reducción de la velocidad. Para el caso del tramo estudiado y según el apartado 2.6 Norma 3.1-IC, se considera periurbano los tramos de cuatro kilómetros (4 km) anteriores y posteriores a un tramo urbano de la misma carretera cuando este tenga una longitud superior a un kilómetro (> 1 km).
- Excepcionalmente, en tramos interurbanos de carreteras donde la intensidad de tráfico sea muy baja ( $IMD < 300$  vehículos/día) podrá reducirse también el ancho del carril.
- En carreteras en terrenos con relieves accidentados o muy accidentados (Tabla 2.2) y con baja intensidad de tráfico ( $IMD < 3\ 000$ ) se podrá reducir el ancho del arcén en cincuenta centímetros (50 cm). Además se podrá justificar la ausencia o reducción de la berma, garantizando siempre un ancho que permita la implantación de la señalización vertical y, si se dispusiese un sistema de contención de vehículos, su anchura de trabajo.
- El ancho de los arcenes podrá reducirse, de forma justificada, en algunas zonas siempre que se garantice la visibilidad de parada. Las transiciones del ancho de los arcenes se efectuarán de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.5.

Respecto al primer punto, el tramo urbano de la carretera CV-421 está situado entre el P.K. 0+000 y aproximadamente el comienzo del tramo estudiado, siendo su longitud menor a un 1 km. Por lo tanto no se podrá considerar periurbano el tramo posterior, que a la vez sería de un máximo de 4 km (llegaría hasta el P.K. 4+530 aproximadamente) no manteniendo esta condición hasta el P.K. 5+300 (fin del tramo).

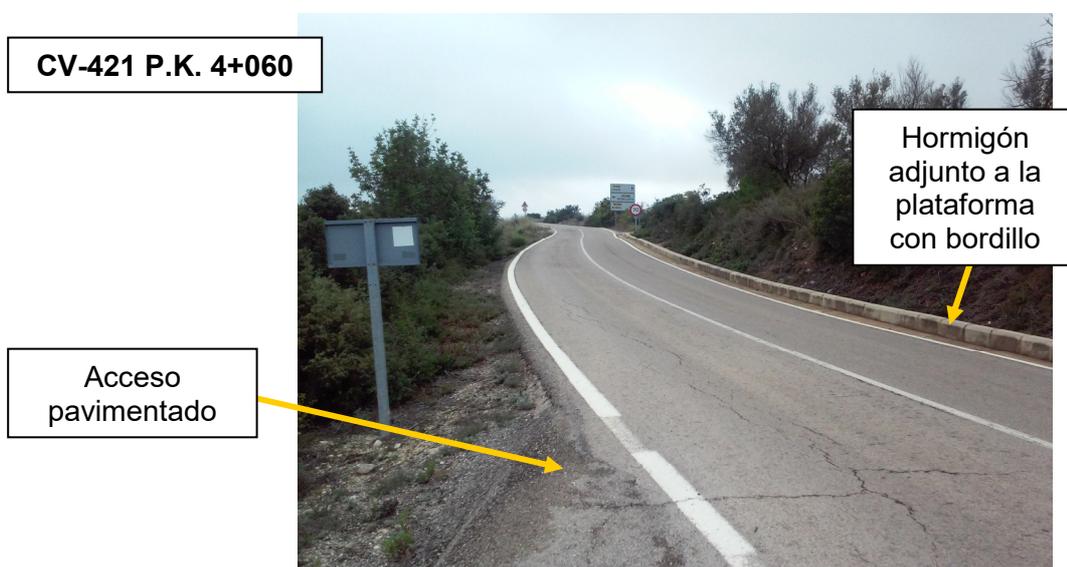
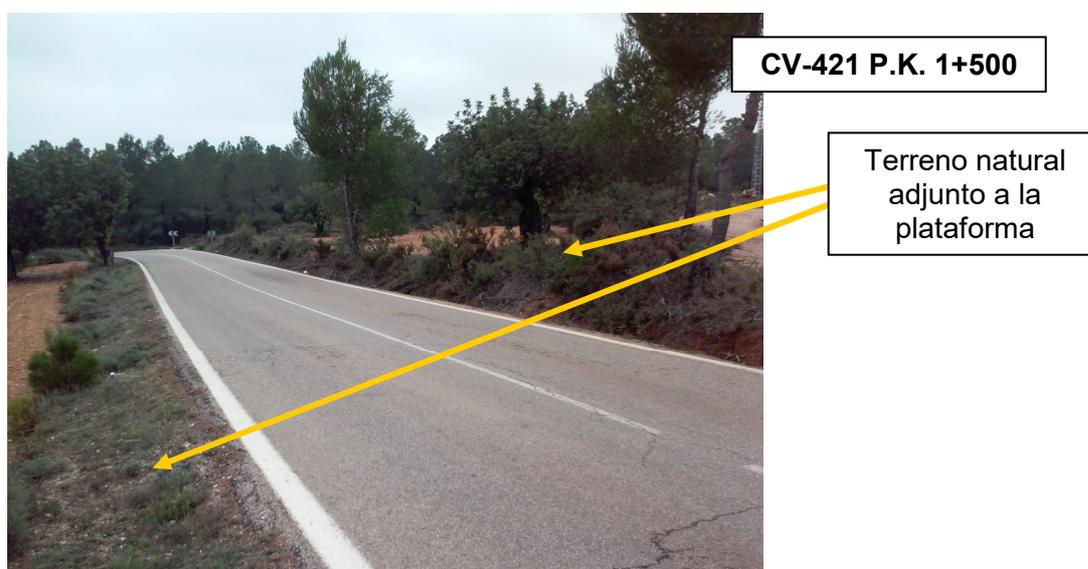
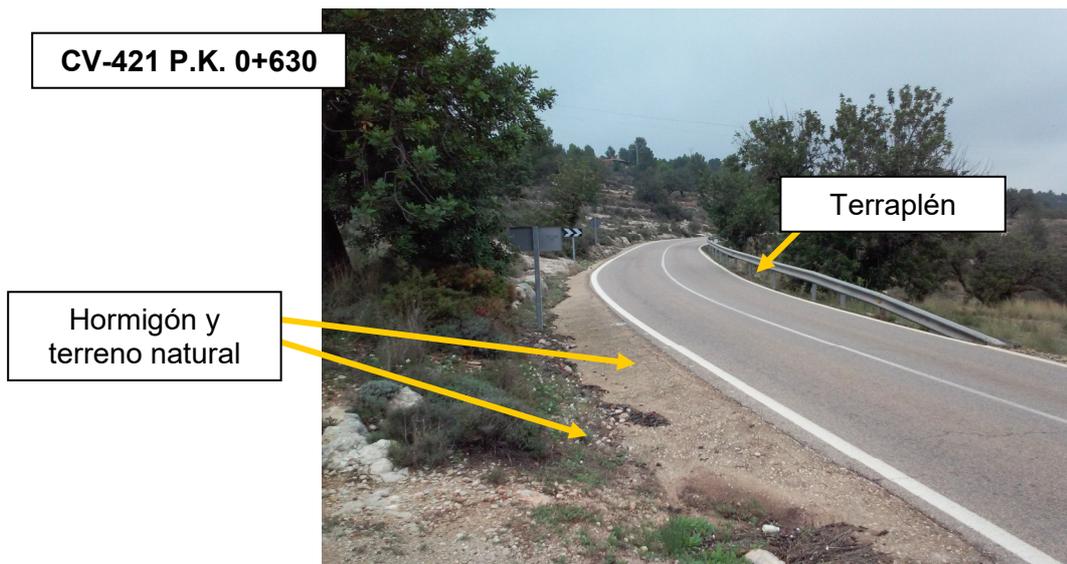
En lo que se refiere a la segunda excepción y como se puede comprobar en el apartado 3.2 Tráfico, la IMD del tramo de la CV-421 está algo por encima de los 300 vehículos/día.

La Tabla 2.2 citada en el tercer punto, considera carreteras con relieves accidentados y muy accidentados a aquellas que tienen una inclinación media superior al 15% y 25% respectivamente. Según los datos manejados el tramo estudiado de la carretera CV-421 tiene un inclinación media inferior al 15%.

En referencia a la cuarta excepción, debido a que el trazado es sinuoso y a la existencia de obstáculos visuales situados en el terreno contiguo a la plataforma de la carretera, la visibilidad de parada no está siempre garantizada. Es decir, para una velocidad de proyecto de 40 km/h, la visibilidad de parada no puede ser inferior a la distancia de parada en algunas zonas del tramo. En el apartado 3.5.11 de este análisis normativo se verá con mayor detalle los incumplimientos relativos a la visibilidad.

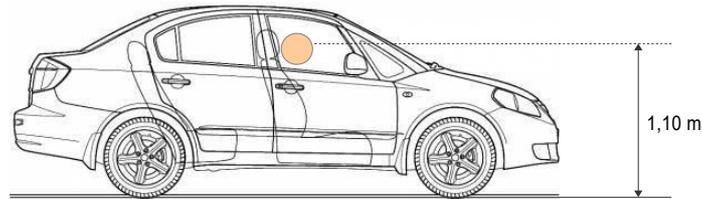
Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente y según la Norma 3.1-IC, no está justificada la reducción de ancho de los carriles, ni la ausencia de un arcén pavimentado en el tramo estudiado.

Márgenes de la plataforma en distintos puntos del trazado



### 3.5.11 Visibilidad

El apartado 3.2 de la Norma 3.1-IC Trazado establece distintas pautas a tener en cuenta para analizar la visibilidad que tiene un usuario en una carretera. En primer lugar se establece que el punto de vista del conductor se fija, a efectos del cálculo, a una altura de un metro y diez centímetros (1,10 m) sobre la calzada y a una distancia de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) del borde izquierdo de cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha. Las visibilidades se calcularán siempre para condiciones óptimas de iluminación.



Para simplificar los cálculos y dado que algunos de los casos que se presentarán a continuación son bastante gráficos y claros, las medias anteriores no se tendrán en cuenta. Es decir, las distancias utilizadas serán longitudes paralelas respecto al plano en planta de la carretera, desde donde estaría el conductor hasta el límite en el que se supone que llegaría su visión. Cabe añadir que dependiendo del vehículo utilizado la visión del conductor puede variar y por tanto, las medidas señaladas anteriormente.

- Distancia de parada ( $D_p$ ): Se define como distancia de parada la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su posición en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Incluye la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se estimará mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}$$

$D_p$  = distancia de parada (m).

$V$  = velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).

$f_l$  = coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento.

$i$  = inclinación de la rasante (en tanto por 1).

$t_p$  = tiempo de percepción y reacción (2 segundos).

TABLA 3.1.

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO LONGITUDINAL MOVILIZADO ( $f_l$ ) EN UNA MANIOBRA DE FRENADO.

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_l$	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

Estos valores de los coeficientes de rozamiento longitudinal proporcionan unas deceleraciones del vehículo cómodas para el usuario que deba detener, de forma controlada, el vehículo ante un obstáculo que se encuentre en su trayectoria.

- Visibilidad de parada ( $V_p$ ): Se define la visibilidad de parada dentro de un carril como la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual. La distancia se medirá a lo largo del carril.

Se considera que un obstáculo es divisible siempre que pueda trazarse una visual entre el punto de vista del conductor y todos los puntos superiores del obstáculo.

La visibilidad de parada deberá ser superior a la distancia de parada ( $V_p > D_p$ ) calculada con la velocidad de proyecto del correspondiente tramo, en cuyo caso se dice que existe visibilidad de parada.

En el tramo estudiado de la CV-421 los inconvenientes en visibilidad vienen dados por la combinación de curvas circulares de radio pequeño y los obstáculos visuales que se sitúan en los márgenes de la carretera: vegetación (por ejemplo árboles) y taludes (más condicionante para el sentido decreciente de los PP.KK. al estar junto a su carril). La estrechez de la plataforma también es un factor que puede dificultar la visibilidad. A continuación se muestran algunos ejemplos con sus cálculos de  $D_p$  correspondientes. La imagen de la izquierda es en planta de una zona del trazado, la cual incluye una línea naranja y otra azul. La línea naranja es la  $D_p$  que representa la trayectoria de un vehículo y su longitud calculada para cada caso. La línea azul es la visión que tiene el conductor hacia el punto más alejado de la distancia de parada. La imagen de la derecha es la zona del trazado vista desde la situación aproximada que puede tener un usuario en la carretera, orientada desde el inicio de la distancia de parada.

P.K. 2+430, sentido creciente



Para este cálculo:  $V = 40$  km/h;  $f_l = 0,432$ ;  $i = 5,392/100$ ;  $t_p = 2$  s.

$$D_p = [(40 \cdot 2) / 3,6] + 40^2 / [254 \cdot (0,432 + 0,054)] = 35,18 \text{ m}$$

Como se puede apreciar, la línea recta azul que representa la visión del conductor se ve interceptada por los árboles situados a la derecha, no pudiendo tener una visión directa del punto final de la distancia de parada. Esto implicaría que la visibilidad de parada del usuario de la vía no es capaz de abarcar toda la distancia de parada, por lo tanto se entiende que la visibilidad de parada es menor que la distancia de parada ( $V_p < D_p$ ).

P.K. 5+010, sentido decreciente



Para este cálculo:  $V = 40 \text{ km/h}$ ;  $f_i = 0,432$ ;  $i = -1,161/100$ ;  $t_p = 2 \text{ s}$ .

$$D_p = [(40 \cdot 2) / 3,6] + 40^2 / [254 \cdot (0,432 - 0,012)] = 37,22 \text{ m}$$

En esta ocasión la pendiente negativa hace que el resultado de la distancia de parada aumente. La visión del usuario de la vía se ve interrumpida por el talud situado en el margen derecho, impidiendo la visualización del punto final de la distancia de parada. Al igual que en el ejemplo anterior,  $V_p < D_p$ .

P.K. 4+170, sentido decreciente



Para este cálculo:  $V = 40 \text{ km/h}$ ;  $f_i = 0,432$ ;  $i = 2,100/100$ ;  $t_p = 2 \text{ s}$ .

$$D_p = [(40 \cdot 2) / 3,6] + 40^2 / [254 \cdot (0,432 + 0,021)] = 36,13 \text{ m}$$

En el último ejemplo el radio de la curva circular es mayor que en los casos anteriores, estando el punto más alejado de la línea de visión más cercano a la línea de distancia de parada. A pesar de ello, el talud y la vegetación situados a la derecha del carril de la plataforma interfieren lo suficiente para entorpecer la visión del usuario de la vía.

- **Distancia de cruce ( $D_c$ ):** Se define como distancia de cruce, para un determinado movimiento de cruce (generalmente en carreteras convencionales), la distancia que puede recorrer un vehículo sobre una vía, durante el tiempo que otro emplea en realizar el citado movimiento de cruce atravesando dicha vía total o parcialmente. Se estimará mediante la fórmula:

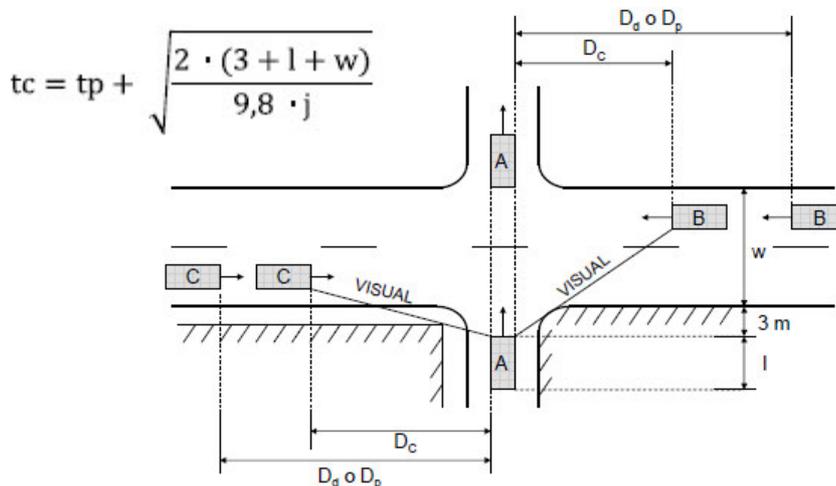
$$D_c = \frac{V \cdot t_c}{3,6}$$

$D_c$  = distancia de cruce (m).

$V$  = velocidad (km/h) en la vía atravesada.

$t_c$  = tiempo en segundos que se tarda en realizar el movimiento completo de cruce.

Se considerará como distancia de cruce mínima, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto de la vía atravesada. El valor de para movimientos de cruce de una vía con prioridad de paso y para movimientos de cruce con maniobra de giro a la izquierda con carriles centrales de almacenamiento y espera, se obtendrá de la fórmula:



$t_p$  = tiempo de percepción y reacción del conductor, en segundos. Se adoptará un valor de dos segundos.

$l$  = longitud (m) del vehículo que atraviesa la vía. Se considerarán los valores de la Tabla A3.1 (Anexo 3 de la Norma 3.1-IC), en función del vehículo patrón característico.

$w$  = ancho (m) total de los carriles atravesados.

$j$  = aceleración del vehículo que realiza el movimiento de cruce, en unidades "g". Se considerarán los siguientes valores, en función del vehículo que cruza:

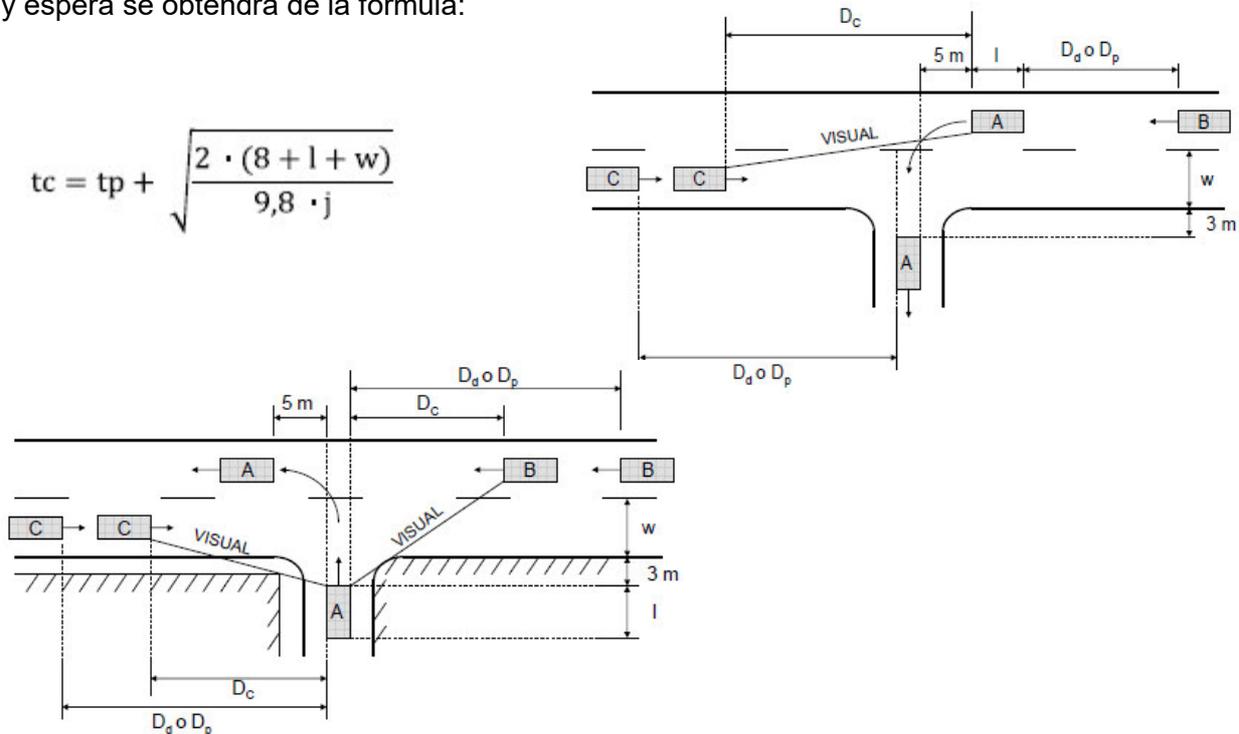
$j = 0,055$  para vehículos articulados.

$j = 0,075$  para vehículos pesados rígidos.

$j = 0,150$  para turismos y furgones.

La determinación de las dimensiones y de la aceleración del vehículo que realiza el movimiento de cruce se establecerá a partir de la composición del tráfico, adoptándose como distancia de cruce la más desfavorable. El valor para movimientos de cruce del sentido opuesto por maniobra de giro a la izquierda sin carriles centrales de almacenamiento y espera se obtendrá de la fórmula:

$$t_c = t_p + \sqrt{\frac{2 \cdot (8 + l + w)}{9,8 \cdot j}}$$



- Visibilidad de cruce: Se considerará como visibilidad de cruce, la distancia que precisa ver el conductor de un vehículo para poder cruzar otra vía que intersecta su trayectoria, medida a lo largo de la carretera atravesada. Estará determinada por las dos condiciones siguientes:
  - El conductor de un vehículo que circula por una vía puede ver si otro vehículo se dispone a cruzar dicha vía.
  - El conductor de un vehículo que va a cruzar la vía ve al vehículo que se aproxima.

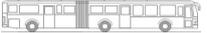
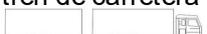
Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se va a proceder a analizar el cruce de la carretera CV-421 con la CV-424. Cabe recordar que la primera es la que tiene prioridad de paso sobre la segunda, es decir, la incorporación desde la CV-424 a la CV-421 está regulada por STOP. Con las ecuaciones anteriores se van a calcular  $t_c$  y  $D_c$  para los diferentes movimientos de cruce citados anteriormente. Cada movimiento ofrecerá distintos resultados en función de los distintos vehículos patrón que están en el Anexo 3 de la Norma 3.1-IC Trazado.

La IMD del tramo estudiado tiene en su composición de tráfico *vehículos pesados* (> 3500 kg) y *motocicletas*, además de *otros vehículos* (los restantes) como se indica en el apartado 3.2 de este estudio. La IMD registrada a partir del P.K. 3+70 de la CV-421 (donde se sitúa el cruce) es de 373 vehículos/día. Esto implica que el tiempo necesario para realizar un movimiento completo de cruce es inferior al tiempo correspondiente al tamaño del hueco disponible. Es decir, la maniobra dura menos que el intervalo de tiempo teórico que separa el paso de dos vehículos consecutivos.

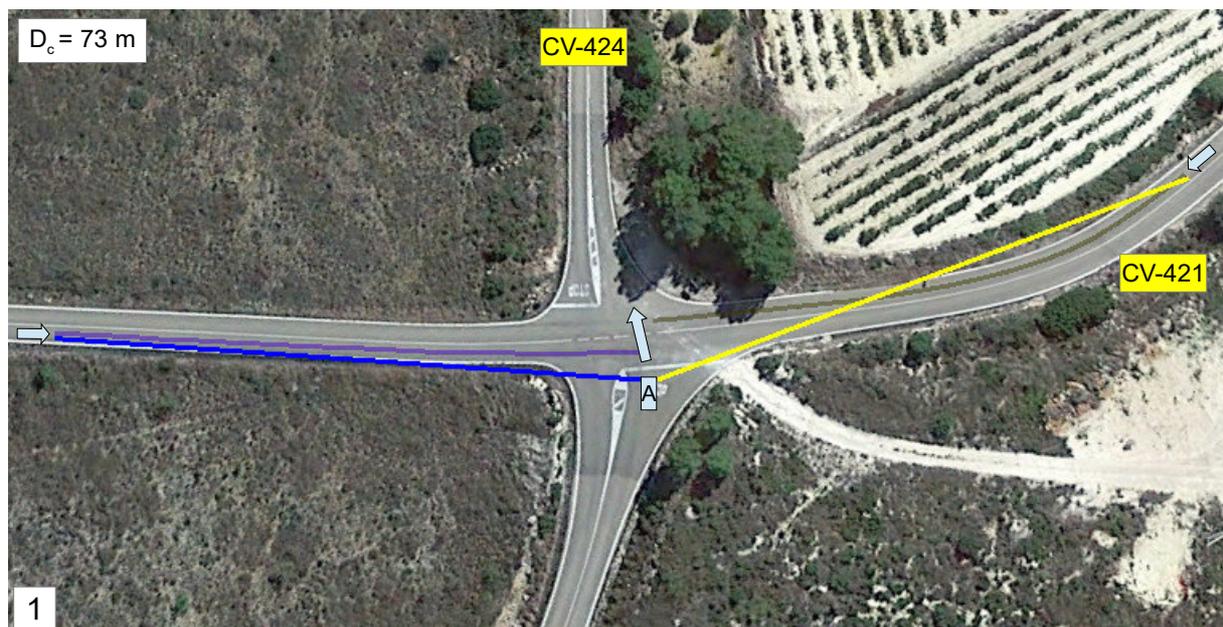
$$24 \text{ horas/día} \cdot 60 \text{ minutos/hora} \cdot 60 \text{ segundos/hora} = 86400 \text{ segundos/día}$$

$$\text{Tiempo correspondiente al tamaño del hueco disponible: } (86400 \text{ segundos/día}) / (373 \text{ vehículos/día}) = 232 \text{ segundos / vehículo}$$

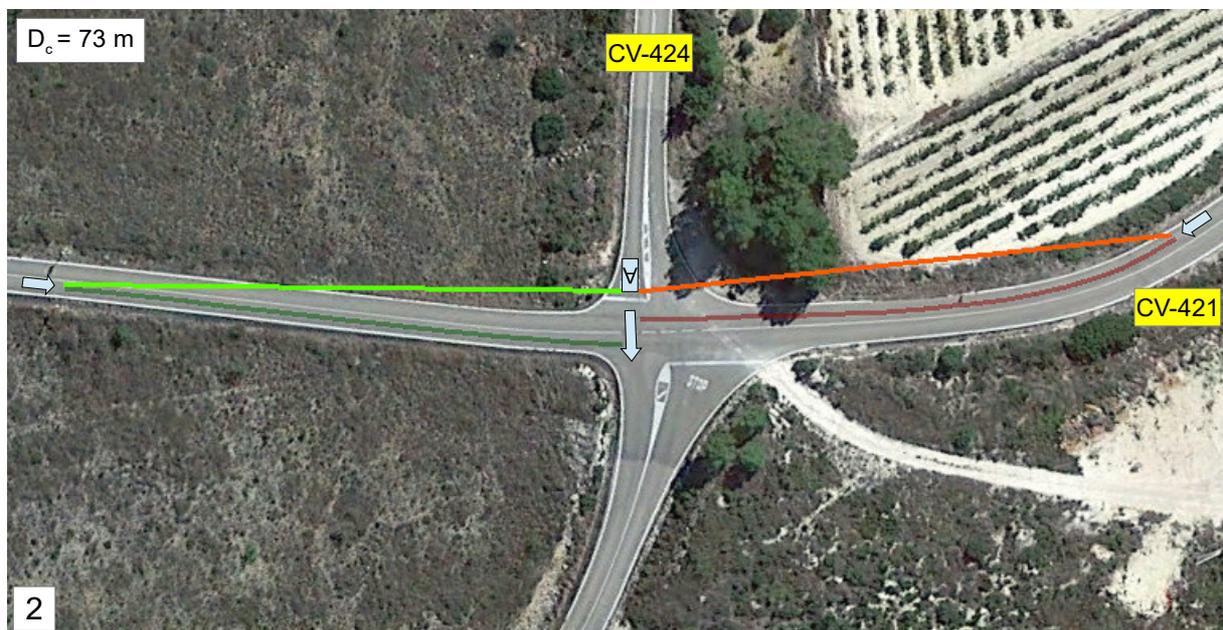
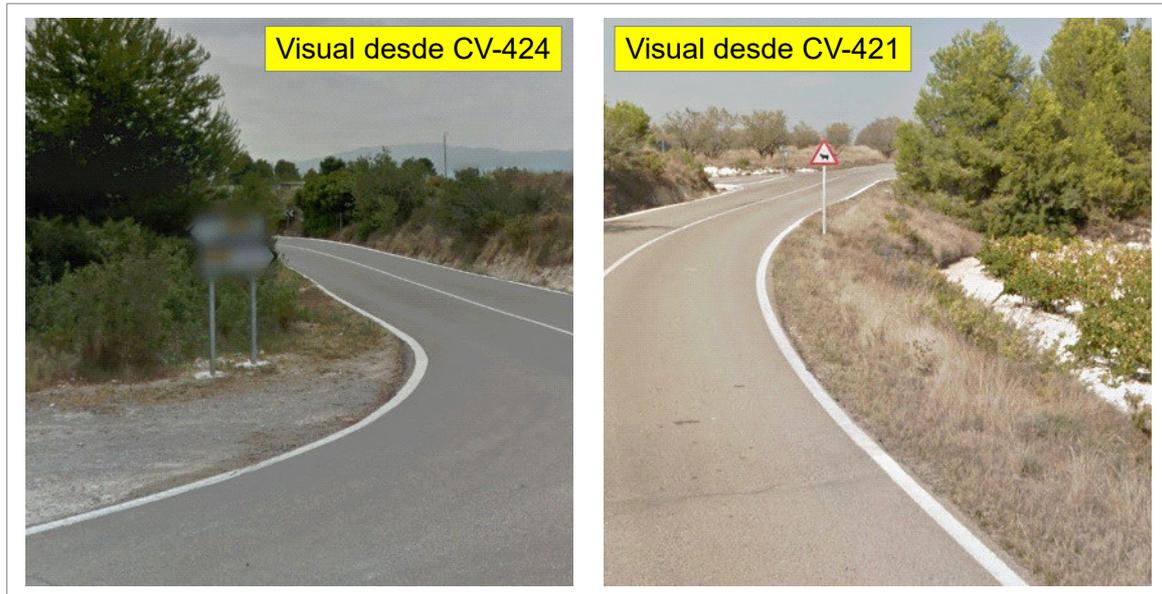
De esta manera no será necesario añadir tiempo de demora a los resultados de tc que se presentan en las siguientes tablas referidas a los movimientos que se adjuntan ( $V = 40 \text{ km/h}$  y  $t_p = 2 \text{ segundos}$  para todos los cálculos).

		Movimientos de cruce de una vía con prioridad de paso				
		l (m)	w (m)	j (g)	tc (s)	Dc (m)
turismos y furgones	turismo 	4,800	6,000	0,150	6,333	70,367
	furgón 	6,350	6,000	0,150	6,570	72,999
vehículos pesados rígidos	autobús rígido 	15,000	6,000	0,075	10,081	112,014
	camión ligero 	10,550	6,000	0,075	9,294	103,263
vehículos articulados	autobús articulado 	18,750	6,000	0,055	12,147	134,970
	camión articulado 	16,500	6,000	0,055	11,727	130,303
	tren de carretera 	18,750	6,000	0,055	12,147	134,970

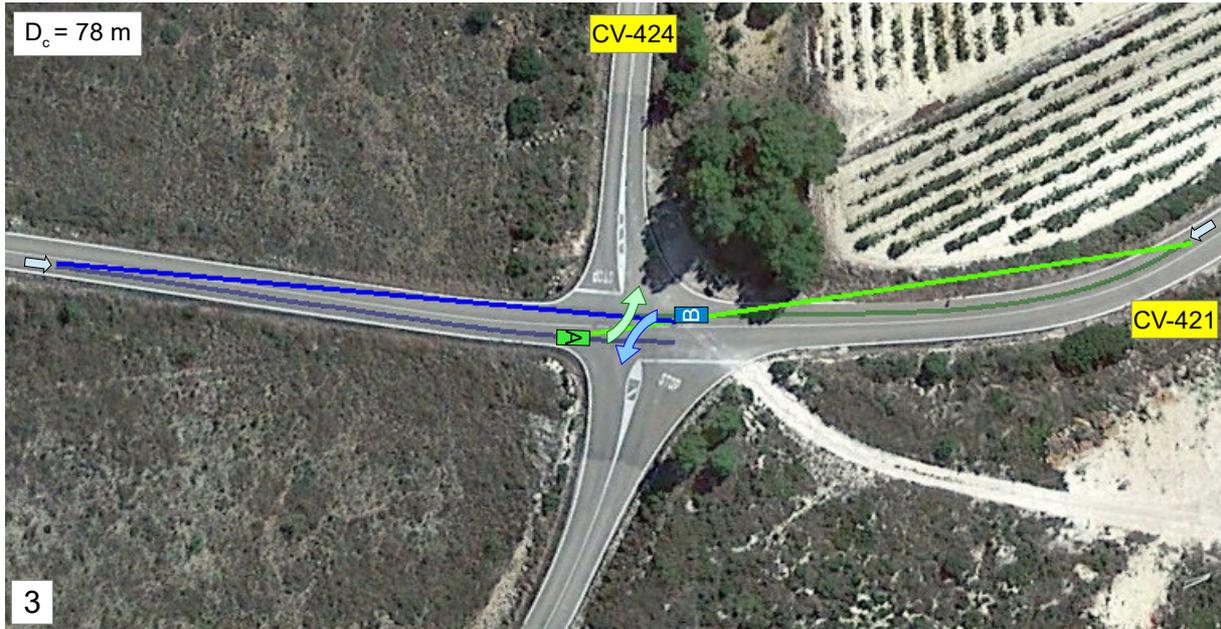
Para los movimientos indicados en las imágenes que se muestran a continuación, las líneas marcadas sobre la carretera representan las distancias de cruce equivalentes para un vehículo tipo furgón, el cual ofrece unas condiciones ligeramente más exigentes por sus dimensiones que un turismo. Las líneas rectas representan la visual entre los extremos de las distancias de cruce y dos supuestos vehículos.



Para las dos primeras imágenes en las que el vehículo A cruzaría la vía con prioridad de paso (CV-421), se puede apreciar que la visibilidad de cruce que ofrece más dificultades es la situada en la parte derecha de la segunda imagen (línea roja en la imagen nº2). El conductor que viene por la CV-421 y el que se detiene en el STOP de la CV-424 no pueden verse recíprocamente para la  $D_c$  calculada.

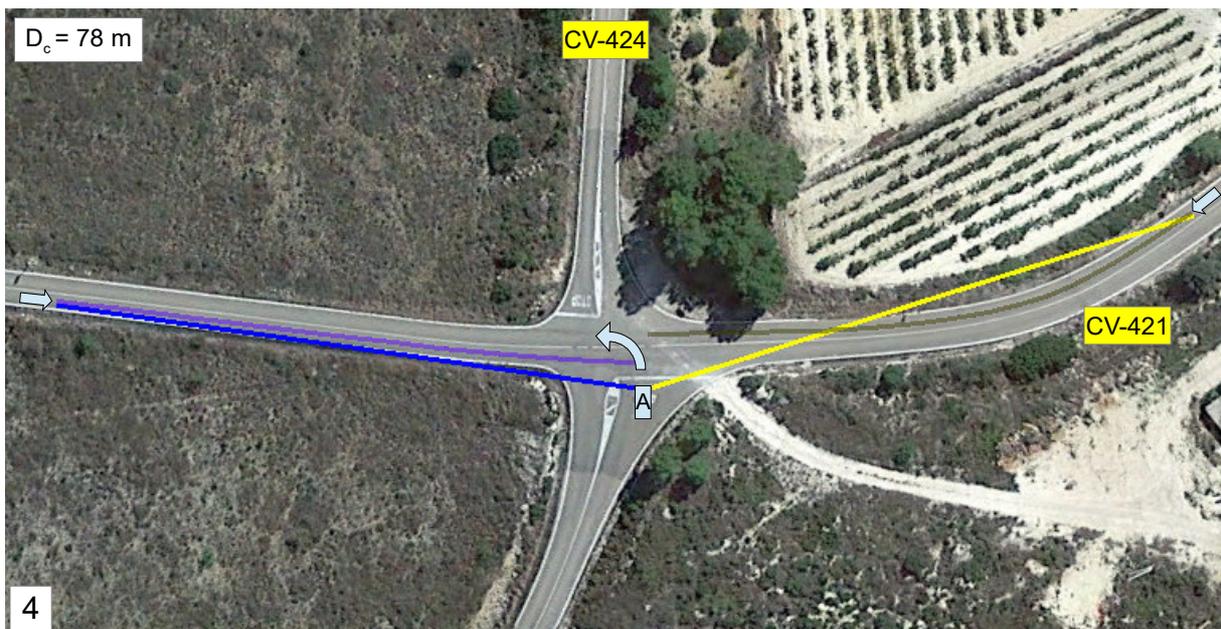


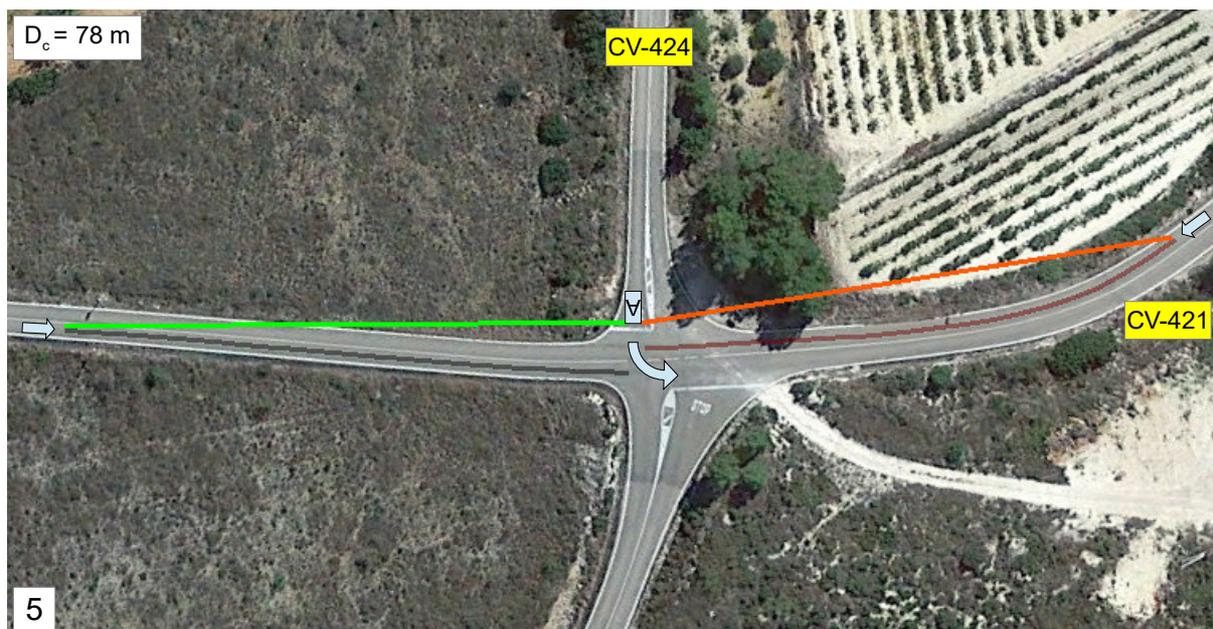
Los árboles situados en el margen de la carretera combinados con la curvatura de la alineación circular en la aproximación al cruce en el sentido creciente de los PP.KK., impiden la correcta visibilidad de los vehículos involucrados para este caso en la intersección. Este mismo inconveniente ligeramente agravado (ver imagen nº5) también se produce para giros a la izquierda desde la CV-424 hacia la CV-421, en los cuales la posición de los vehículos es similar y la distancia de cruce exigida por los cálculos anteriores se amplía hasta los 78 m.



En la imagen nº3, con movimientos de cruce del sentido opuesto por maniobra de giro a la izquierda sin carriles centrales de almacenamiento, la visibilidad exigida para vehículos tipo furgón cumpliría ya que llegaría a abarcar los extremos de las distancias de cruce.

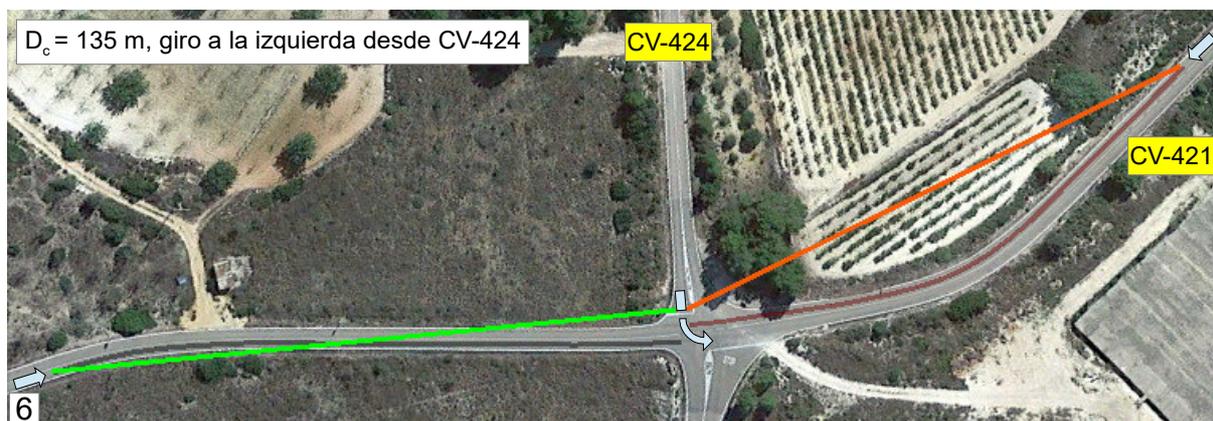
En las imágenes 4 y 5 que representan los movimientos de giro a la izquierda desde la carretera CV-424, tres de las visibilidades de cruce cumplirían respecto a sus respectivas distancias de cruce. La excepción sería la citada anteriormente para la imagen nº2 y que también se reproduce para la imagen nº5, representada de nuevo con la línea roja situada a la derecha de la imagen, en la cual la visual se ve interrumpida por los árboles.

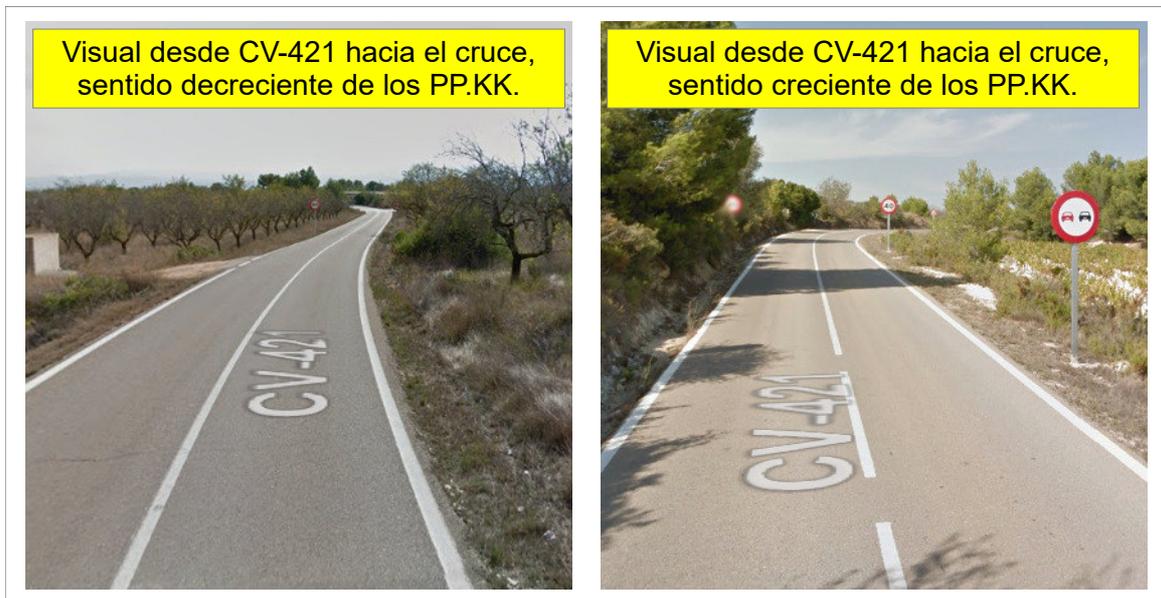
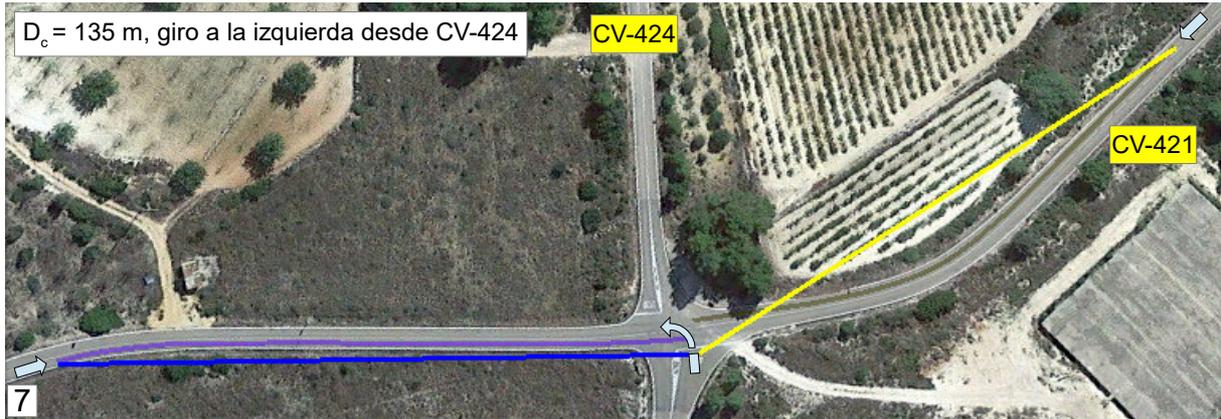




Cabe destacar que las representaciones gráficas realizadas en las imágenes 1, 2, 3, 4 y 5 están basadas para los vehículos predominantes en el tráfico, es decir, *vehículos no pesados* que conforman aproximadamente el 96% del tráfico existente desde el P.K. 3+70 (P.K. a partir del cual se sitúa el cruce) y cuyos cálculos más desfavorables serían para las dimensiones de un furgón. Para la minoría de *vehículos pesados* que también transitan por la CV-421 según las cifras de la IMD consultadas, las distancias de cruce se verían ampliadas hasta casi los 135 m. Para estas cifras las visibilidades de cruce situadas a la derecha en las imágenes (hacia PP.KK. decrecientes) no estarían garantizadas, pues la geometría circular del trazado impediría la visión desde el cruce hasta el punto más lejano y viceversa, hasta el cual llegaría la distancia de cruce correspondiente. No sucedería lo mismo con las visuales situadas a la izquierda en las imágenes (hacia PP.KK. crecientes), cuya visión se vería favorecida por un trazado más rectilíneo cumpliendo hasta casi los 135 m calculados para los vehículos más grandes. En las imágenes siguientes, 6 y 7, se puede ver lo dicho anteriormente para la situación de giros a la izquierda desde la CV-424, que es la que ofrece mayor dificultad de visión por la distancia de cruce y la colocación de los vehículos.

La visuales siguientes desde la CV-421 hacia cruce desde una distancia de 135 m pertenecen a los casos de las imágenes 6 y 7. La imagen de la izquierda (visuales situadas a la izquierda en las imágenes 6 y 7) ofrece un visibilidad del cruce aceptable, mientras que en la imagen de la derecha (visuales situadas a la derecha en las imágenes 6 y 7) el cruce queda oculto para el usuario de la vía.





Las distancias de decisión ( $D_d$ , medida a lo largo de la trayectoria que realiza un vehículo) y las visibilidades de decisión (línea recta entre el punto de vista del conductor y el elemento que debe observar) referidas al cruce no cumplirían totalmente. Según establece la Norma 3.1-IC Trazado en sus apartados 3.2.4 y 3.2.5, las señales o carteles que hagan referencia a alguna situación determinada en la carretera deben ser percibidos desde una distancia que se da en función de la velocidad de proyecto del tramo. En este caso, una  $V_p$  de 40 km/h implicaría una  $D_d$  de 110 m (ver tabla 3.4).

TABLA 3.4.  
DISTANCIA DE DECISIÓN.

$V_p$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$D_d$ (m)	110	140	170	195	225	250	280	305	335	365	390

Para el sentido creciente de los PP.KK., el cartel situado en el P.K. 3+505 que indica orientación y direcciones posibles sí podría observarse desde los 110 m exigidos. No sucedería lo mismo para el cartel equivalente colocado para el sentido decreciente de los PP.KK. en el P.K. 3+990, cuya visualización requiere una distancia menor a los 110 m por la

combinación del trazado circular previo y el talud con vegetación del margen derecho (ver imagen anterior adjunta).



Finalmente, el apartado 3.2.8 de la Norma 3.1-IC Trazado establece además la condición siguiente: cuando la intersección corresponda a un acceso particular con una IMD menor que diez ( $< 10$ ) vehículos/día sin vehículos pesados, y por tanto no tenga uso público, será suficiente que los vehículos que se aproximan dispongan de la obligada visibilidad de parada. En el caso del tramo estudiado existen algunos accesos como los descritos en este párrafo a tener en cuenta ante una posible mejora del trazado.

### 3.6 DIAGNÓSTICO

En este apartado se describirá la situación actual de la carretera condicionada por sus características según su trazado, tráfico, señalización, sistemas de contención y los respectivos incumplimientos normativos. A los aspectos vistos y analizados en los apartados citados anteriormente, también se les sumará cualquier apreciación que haya podido ser identificada como usuario de la vía o en reconocimientos in situ del tramo en visitas al mismo. El objetivo de este apartado es tener una visión global que permita identificar los problemas y complicaciones que ofrece el tramo estudiado derivados de sus características. Esto se hará desde el punto estrictamente normativo, pero sin dejar de lado cualquier aspecto que pueda trascender más allá del mismo. La realización de este diagnóstico facilitará la búsqueda de soluciones que mejoren el estado actual de la carretera.

#### Geometría del trazado

El trazado del tramo de la CV-421 delimitado entre los PP.KK. 0+535 y 5+300 presenta una geometría muy sinuosa, la cual da como resultado numerosos incumplimientos normativos. Las sucesiones de curvas circulares con distancia insuficiente entre ellas, radios demasiado pequeños en curvas circulares y curvas de acuerdo inexistentes o inadecuadas se reparten a lo largo del trazado del tramo. La alternancia consecutiva de curvas con radios demasiado dispares es un factor muy influyente en la geometría, pues ocasiona diferencias de velocidad importantes e inconsistencias que son potencialmente peligrosas. Como se puede ver en el apartado *Análisis Normativo* (ver tablas *Velocidad de curvas circulares*), los distintos radios dispuestos ofrecen como resultado distintas velocidades calculadas, las cuales serán más problemáticas si las variaciones son más grandes y más cercanas entre ellas. Aunque las velocidades calculadas son teóricas, pueden mostrar la variabilidad geométrica a la que se enfrenta el conductor en la adaptación de la velocidad de operación. Todas estas incidencias citadas comprometen la comodidad en la conducción, además de la percepción y la visibilidad del conductor, estando todas ellas estrechamente ligadas con la seguridad. Los vehículos que tengan dimensiones mayores tendrán más dificultades y ocasionarán más peligro debido a la geometría de la carretera. Además un trazado de estas características siempre conllevará unas velocidades de paso más lentas y por lo tanto, se necesitará más tiempo para circular por la carretera.

Uno de los factores más llamativos del trazado y de la geometría del tramo es la sección transversal, la cual presenta una plataforma siempre sin arcén y con carriles inferiores a los 3 m de ancho, midiendo entre los 2,5 y 2,8 m durante la mayor parte del recorrido. La percepción de anchura reducida de los carriles puede tener un efecto disuasorio en el incremento de la velocidad de los conductores, lo cual podría ser hasta positivo dada la naturaleza geométrica del trazado. Pero ofrece otros inconvenientes relacionados con la seguridad de mayor entidad y repercusión.

La escasa anchura de los carriles implica que un turismo de 1,80 m de ancho (según la dimensiones de los vehículos patrón de la Instrucción de Carreteras) tendría un margen de 0,70 m cuando el carril es de 2,5 m, dejando sólo 0,35 m a cada lado del vehículo. Esta situación puede ser menos problemática en una alineación recta. Pero en una alineación circular y de poco radio como sucede de forma frecuente en el tramo estudiado, el espacio ocupado o la superficie barrida por el vehículo en la maniobra de giro (envolvente de giro) es mayor, dejando un espacio menor del que quedaría en una alineación recta. Si además coinciden dos vehículos circulando en sentidos opuestos en la misma sección del trazado, la proximidad entre ambos deja un margen de maniobra escaso, produciendo incomodidad e inseguridad. Si el tamaño del vehículo es superior al de un turismo, lo dicho anteriormente se agrava, llegando algunos de los vehículos patrón de la Instrucción de Carreteras (hasta 2,55 m de ancho como sucede en el caso de un camión ligero) a ocupar totalmente la

sección transversal del carril. También hay que añadir que no existe ninguna indicación de restricción o advertencia en forma de señal para la tipología de vehículos que pueden circular por la CV-421, de manera que se supone que el paso de vehículos es libre por la misma.



A los problemas de espacio referidos a la ocupación por parte del vehículo del espacio en el carril propio, también hay que añadir que la invasión del sentido opuesto es más acusada. En la maniobra de adelantamiento o en el caso de tener que sortear un obstáculo imprevisto, se necesita un espacio adicional más amplio que suplemente el carril de circulación propio. La falta de amplitud combinada con la ausencia de arcén, hace que por ejemplo un ciclista deba circular obligatoriamente por el carril. A la problemática que supone que vehículos totalmente distintos en volumen, velocidad y peso interactúen en el mismo espacio, hay que sumar que para adelantar a un ciclista se debe dejar una distancia lateral de 1,5 m. Por lo tanto esto implica que se puede invadir el sentido opuesto con línea discontinua o continua, aunque esté prohibido el adelantamiento, siempre que pueda realizarse la maniobra en condiciones de seguridad. Pero aunque el conductor actúe correctamente, siempre habrá un plus de dificultad y riesgo dados los condicionantes existentes en este tramo de la CV-421.

### **Señalización y velocidades permitidas**

En algunas partes de la CV-421, la señalización que hace referencia a las velocidades máximas permitidas no da la suficiente información al conductor sobre la carretera. El conductor en todo momento debe adaptar constantemente su velocidad a la geometría y las circunstancias particulares de la vía, pero esta situación puede generar confusión, dar una idea equivocada del trazado o inducir a que se adopten velocidades inadecuadas. En los apartados *Tráfico* y *Análisis Normativo* además de indicar las velocidades permitidas en el tramo, se ha podido comprobar las velocidades calculadas para cada curva circular y las permitidas en el trazado.

En el sentido creciente de los PP.KK. no existe ninguna señal que indique las velocidades máximas permitidas desde el P.K. 0+000 hasta el P.K. 3+555. Aplicando los criterios del Reglamento General de Circulación, esto significaría que una vez el conductor

sale de la población de Turís (P.K. 0+565) puede llegar hasta los 90 km/h. Esta velocidad máxima teórica de 90 km/h desciende primero hasta los 60 km/h y luego hasta los 40 km/h, antes de la llegada a la intersección de la CV-421 con la CV-424, manteniéndose en 40 km/h hasta el final del tramo. Cabe añadir que la señal de 60 km/h tiene otra adjunta que advierte el peligro de la intersección posterior, la cual indica que esta velocidad máxima ya no tendría validez una vez se deja atrás el peligro (la intersección). Pero antes de la intersección se sitúa una señal única de 40 km/h, válida a partir de su aparición y que anula la información anterior, denotando falta de coherencia entre ambas.

El sentido decreciente de los PP.KK. del tramo estudiado de la CV-421 comienza en el P.K. 5+300 con una velocidad máxima permitida de 40 km/h. Unos 250 m antes de la intersección de la CV-421 con la CV-421, aparece una señal de velocidad máxima permitida de 70 km/h (P.K. 4+006). Esta señal de 70 km/h sólo tiene validez unos 75 m, pues al igual que sucede en el sentido creciente, se encuentran de nuevo señales de velocidad máxima de 60 km/h (P.K. 3+930) y 40 km/h (P.K. 3+820) antes de intersección. La señal de 60 km/h también tiene adjunta la de advertencia de peligro por intersección, reproduciéndose la misma falta de coherencia del sentido creciente. También podría ser cuestionable la colocación de una señal de 70 km/h que sólo tiene vigencia unas decenas de metros, teniendo en cuenta que el conductor parte de 40 km/h cuando se encuentra con ella y tiene que aminorar de nuevo la velocidad antes de la intersección. Una vez se deja atrás el cruce hay colocada una señal de fin de prohibiciones en el P.K. 3+620, lo cual significa que la velocidad máxima permitida es de 90 km/h hasta el P.K. 0+660 donde aparece una señal de 60 km/h.



Un poco antes de la entrada en la población de Turís (0+565) hay una señal velocidad máxima 40 km/h referida a la travesía a la cual se va a entrar. Esto deja el sentido decreciente hasta el inicio de la carretera en 40 km/h, mientras el sentido creciente con ausencia de señales tendría una velocidad de 50 km/h hasta la salida de la población, según establece el Reglamento General de Circulación para travesías.

Como conclusión de este apartado se puede decir que la señalización de la velocidad máxima permitida presenta algunas incongruencias y en ocasiones es escasa,

pudiendo ser mejorable o disponerse de una manera distinta para dar una información más clara a los usuarios de la carretera.

Las marcas viales (línea continua) prohíben el adelantamiento durante la mayor parte del tramo estudiado dadas las condiciones de visibilidad. Sólo hay posibilidad de adelantamiento entre los P.K 2+700 y 3+600 aproximadamente, de manera intermitente o con alternancia entre ambos sentidos.



### **Tráfico y accidentalidad**

La CV-421 presenta un Intensidad Media Diaria baja de 325 y 373 vehículos/día, según los dos aforos realizados en distintos P.K. de la carretera (2+000 y 9+200). Haciendo un cálculo simplificado con los números de la IMD dados, esto quiere decir que por la carretera pasa un vehículo cada 4 minutos aproximadamente. Con esta intensidad de paso de vehículos y pese a que las características que ofrece la carretera no son ideales, se puede entender que no se registren accidentes en el tramo estudiado. Si el número de vehículos que transitan por la carretera es bajo, las probabilidades de accidente disminuyen. También hay que valorar la posibilidad de que una parte de los conductores que circulan por la carretera pueden ser habituales, de manera que estén familiarizados con el trazado de la misma.

En cualquier caso, estamos ante un tramo de carretera con una baja utilización y con tendencia al desuso si se miran los números de IMD de años anteriores. Otro aspecto a valorar en los últimos años es la aproximación de las cifras de IMD entre las dos partes de la carretera, las cuales quedan divididas por la intersección de la CV-421 y la CV-424, única conexión relevante entre los dos aforos realizados. La segunda parte de la CV-421 (P.K. 3+700 a 10+120) ofrecía en años anteriores cifras de IMD más altas, con un porcentaje de pesados que llegó a superar el 15%. De todas maneras y dadas las características del tramo estudiado, no es despreciable el 3,96% de vehículos pesados registrados en la segunda parte del tramo en el año 2014, cuya entrada o salida de la CV-421 probablemente viene dada por la conexión con la CV-424. Hay que recordar que la primera parte de la carretera CV-421 (P.K. 0+000 a 3+700) sólo registra el 0,31% de vehículos pesados.

A lo descrito anteriormente, cabe mencionar el tráfico de vehículos que circulan a velocidades sensiblemente inferiores, como pueden ser vehículos especiales de uso agrícola o los usuarios de bicicletas. Aunque su intensidad de paso sea muy pequeña en comparación con otros vehículos, su presencia puede generar situaciones potencialmente peligrosas como adelantamientos o incorporaciones desde caminos secundarios y accesos particulares.

### **Sistemas de contención**

Las barreras de seguridad se distribuyen a lo largo del trazado cubriendo una gran parte del mismo, situándose en el margen derecho del trazado (en el sentido creciente de los PP.KK.) para así prevenir una posible caída por el terraplén del mismo margen. Desde el inicio del tramo en el P.K 0+535 hasta el P.K 0+785, las barreras de seguridad no incorporan los sistemas de protección para motoristas. En esta zona el sistema de contención queda en la parte interior respecto al giro de las curvas circulares existentes, suponiéndose un riesgo menor de colisión, aunque no sea del todo improbable. A partir del P.K. 0+795 los sistemas de protección para motoristas sí están adaptados en casi la totalidad de la longitud de las barreras de seguridad, exceptuando sus extremos sus plegados.



También hay colocado un muro de hormigón que está dispuesto alrededor del P.K. 4+400 y que posee una longitud aproximada de unos 200 m. Está situado en el margen izquierdo junto al talud de tierras existente. Este muro hace la función de sistema de contención de vehículos y a la vez del talud ante posibles movimientos de material (tierra, piedras o agua). Incorpora unos pequeños orificios en su parte inferior que permiten el paso del agua.

### **Visibilidad y puntos singulares del tramo**

Además de las situaciones descritas en los apartados anteriores, hay algunos puntos o situaciones particulares que merecen una mención especial.

La primera y más llamativa, es la intersección situada a partir del P.K. 3+700 de las carreteras CV-421 y CV-424. Como se ha podido ver en el *Análisis Normativo*, la visibilidad

del cruce puede ser un punto conflictivo, especialmente para vehículos que tienen unas dimensiones mayores. Desde el punto de vista del sentido creciente de los PP.KK., la zona que queda antes del cruce es la que ofrece la problemática. Mientras que para cumplir con las visibilidades de cruce para turismos puede ser suficiente con modificar la vegetación existente en los márgenes, la solución para vehículos con un tamaño mayor puede necesitar la modificación del trazado. Si fuera posible sería necesaria una curva circular previa a la intersección de mayor radio, para ofrecer así un visión más directa y despejada de posibles obstáculos visuales.



Como se ha expuesto en el *Análisis Normativo*, hay curvas circulares que también son objeto de problemas de visibilidad. La propia escasez de anchura de la carretera que reduce el campo visual del conductor, el radio pequeño de algunas curvas circulares y los obstáculos en forma de vegetación o taludes situados en los márgenes, producen por efecto individual o en conjunto inconvenientes a los usuarios de la vía.



A pesar de que quizás su incidencia sobre el tráfico no sea excesivamente relevante, la CV-421 también muestra algún tipo de situación de coordinación planta-alzado evitable como se ha mostrado en la imagen anterior.

Otro aspecto a tener en cuenta son los diversos accesos que hay en el tramo estudiado desde vías de menor entidad, como caminos secundarios o accesos particulares. Aunque su intensidad de paso de vehículos sea baja y se cumplan los requisitos de distancias de parada, siempre serán elementos a tener en cuenta, debiendo atender que sus condiciones de visibilidad, señalización y conservación sean adecuadas.



## **Conclusiones**

Como se ha visto con anterioridad, el tramo estudiado de la CV-421 acumula imperfecciones notables. Estas imperfecciones producen de manera teórica incumplimientos normativos, que además se trasladan en la práctica en inconvenientes para los usuarios de la vía que pueden llegar a comprometer su confortabilidad y seguridad. Todo ello conlleva que la funcionalidad quede limitada sólo a un tipo de tráfico o una IMD relativamente pequeña, provocando hasta cierto punto que la vía quede infrautilizada y sea menos recomendable su uso frente a otras opciones por las que los vehículos puedan transitar. Pese a que una IMD baja o el paso de conductores habituales familiarizados con la vía puede evitar la proliferación de incidentes o accidentes en el tramo, esto no quiere decir que los problemas vistos no estén presentes, de manera que cualquier usuario de la vía queda expuesto a los distintas dificultades que acumula el tramo estudiado. De esta manera sería deseable una mejora del tramo que además de permitir una circulación más segura y favorable a sus usuarios, pudiese hacer la vía más eficiente y utilizable.

# 4

## PROPUESTAS DE MEJORA

Las propuestas de mejora del trazado de la carretera CV-421 estarán basadas en toda la información obtenida y analizada en los apartados anteriores de los que consta este estudio. Para llevarlas a cabo se tendrán en cuenta los condicionantes físicos del entorno, el tráfico actual y el posible en un futuro, la señalización y el balizamiento dispuestos, además de la Instrucción de Carreteras que será la guía para dotar a la vía de unas características de funcionalidad y seguridad convenientes.

El objetivo de las propuestas de mejora será corregir los problemas vistos en el apartado 3.6 *Diagnóstico*, de manera que las nuevas características ofrezcan una vía más confortable y segura para sus usuarios. Las medidas propuestas deberán ofrecer una solución de compromiso. Es decir, tendrán que ser lo suficientemente efectivas para que supongan una mejora relevante, pero sin ocasionar grandes cambios en el entorno o costes económicos demasiado elevados. En la medida de lo posible las mejoras deberán adaptarse a una carretera, la CV-421, que en los últimos años ha tenido una IMD máxima de 986 vehículos al día (año 2008, ver apartado 3.2 *Tráfico*), la cual es relativamente baja y ha tenido una tendencia decreciente. Aunque, dadas las circunstancias, quizás sea desaconsejable acometer propuestas que impliquen grandes obras que dejarían la carretera en un estado "idílico", sí que es interesante y razonable proponer que en la carretera se establezcan unas condiciones significativamente mejores que las actuales. Este razonamiento es el que dará paso a los cambios planteados que se podrán ver en los apartados siguientes.

## 4.1 GEOMETRÍA

En este apartado se va a proceder a la descripción geométrica del nuevo tramo de la carretera CV-421, en cual se incluyen los cambios realizados en la propuesta de mejora. El análisis geométrico incorporará las características más importantes de la carretera, presentando información en relación con la planta, el alzado, la sección transversal, la visibilidad y la coordinación planta-alzado. El objetivo de este apartado es aportar un conjunto de datos numéricos y representaciones gráficas que ayuden a comprender el nuevo estado del tramo.

### 4.1.1 Planta

- Carretera de calzada única: una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, con un carril para cada sentido.
- Inicio del tramo: P.K. 0+535 de la carretera CV-421.
- Fin del tramo: P.K. 5+300 de la carretera CV-421.
- Longitud del tramo: 4765 metros.
- Ancho del tramo: es variable a lo largo del tramo y de la carretera CV-421, presentando además algunas características que se indicarán a continuación.

A partir del P.K. 0+535 comienza el tramo estudiado, el cual en la propuesta de mejora está formado por una carretera convencional sin arcén y un ancho de carril predominante de 3 m. Como se puede ver en la tabla que se mostrará a continuación, desde el P.K. 0+535 hasta el P.K. 0+540 el tramo de la mejora repite el mismo ancho de carril que el trazado actual. A partir del P.K. 0+540 se inicia una transición del carril que parte de 2,6 m y que alcanza los 3 m en el P.K. 0+600. El ancho de 3 m se prolongará hasta el fin del tramo

estudiado en el P.K. 5+300, estableciéndose a partir de este P.K. una segunda zona de transición de 12 m que tendría como finalidad volver al ancho de la continuación de carretera.

**Ancho de los carriles en la CV-421 (propuesta de mejora)**

P.K.	Ancho en el P.K. (m)	Distancia entre PP.KK. (m)	Ancho medio entre PP.KK. (m)	Ancho medio parcial (m)
0,000	3,300			
149,500	3,300	149,500	3,300	
360,000	2,700	210,500	3,000	
<b>535,000</b>	2,500	175,000	2,600	2,953
540,000	2,600	5,000	2,550	
600,000	3,000	60,000	2,800	
<b>5300,000</b>	3,000	4700,000	3,000	2,997
<b>5312,000</b>	2,650	12,000	2,825	2,825
5350,000	2,600	38,000	2,625	2,625

El ancho medio parcial del carril en el tramo de la mejora comprendido entre los PP.KK. 0+535 y 5+300 se sitúa ahora en prácticamente 3 m, en lugar de los 2,735 m del trazado actual, manteniéndose invariable durante 4700 m.

- Ancho mínimo del carril en el tramo: 2,5 m (P.K. 0+535).
- Ancho máximo del carril en el tramo: 3,0 m. (P.K. 0+600 hasta el P.K. 5+300).

Hay que añadir que al ser el nuevo trazado distinto y ligeramente más corto respecto al actual, el P.K. 5+300 se situará unos 25 m más lejano respecto al eje de la carretera actual que es coincidente para ambos trazados (actual y mejora) en la misma zona (ver *Anejo de Planos*).

El tramo de la propuesta de mejora presenta curvas de diferente radio como se puede ver en los planos adjuntos y en el listado de alineaciones. Sin embargo, en la mejora el número de alineaciones es más reducido respecto al trazado actual, pues se ha intentado simplificar el trazado y reducir la variabilidad entre radios que existe en la actualidad.

- Curva circular de menor radio: 20,000 m (longitud 24,846 m y P.K.<sub>final</sub> 1131,346 m).
- Curva circular de mayor radio: 21858,406 m (longitud 409,252 m y P.K.<sub>final</sub> 3453,010 m).

Debido a que el entorno limita los cambios a realizar en la planta del trazado sin ejecutar cambios importantes, todavía siguen existiendo dos curvas con un radio muy dispar de 20,000 m (antes 16,750 m) y 21858,406 m (antes 22054,764 m). Pero al contrario de lo que sucede con la configuración actual del trazado, sólo existiría una curva más de radio inferior a 50 m, la cual también queda condicionada en su mejora por su ubicación (ver *Anejo de la Propuesta de mejora*). El resto de curvas circulares de la propuesta de mejora se sitúan en una horquilla que va desde los 50 m hasta los 180 m, reduciendo de forma significativa la disparidad de radios existente en el trazado. El número de curvas disminuye de las 56 actuales a 44.

- Recta de menor longitud: 0,061 m (P.K.<sub>final</sub> 0+742,714).
- Recta de mayor longitud: 398,034 m (P.K.<sub>final</sub> 1+899,590).

A continuación se van a mostrar algunas imágenes en Clip de los cambios más relevantes del trazado en planta del tramo estudiado de la carretera CV-421. Las imágenes tienen como fondo la ortofoto del lugar en el cual está emplazado el tramo, siendo el nuevo trazado de la carretera las líneas rojas paralelas con su eje central blanco.

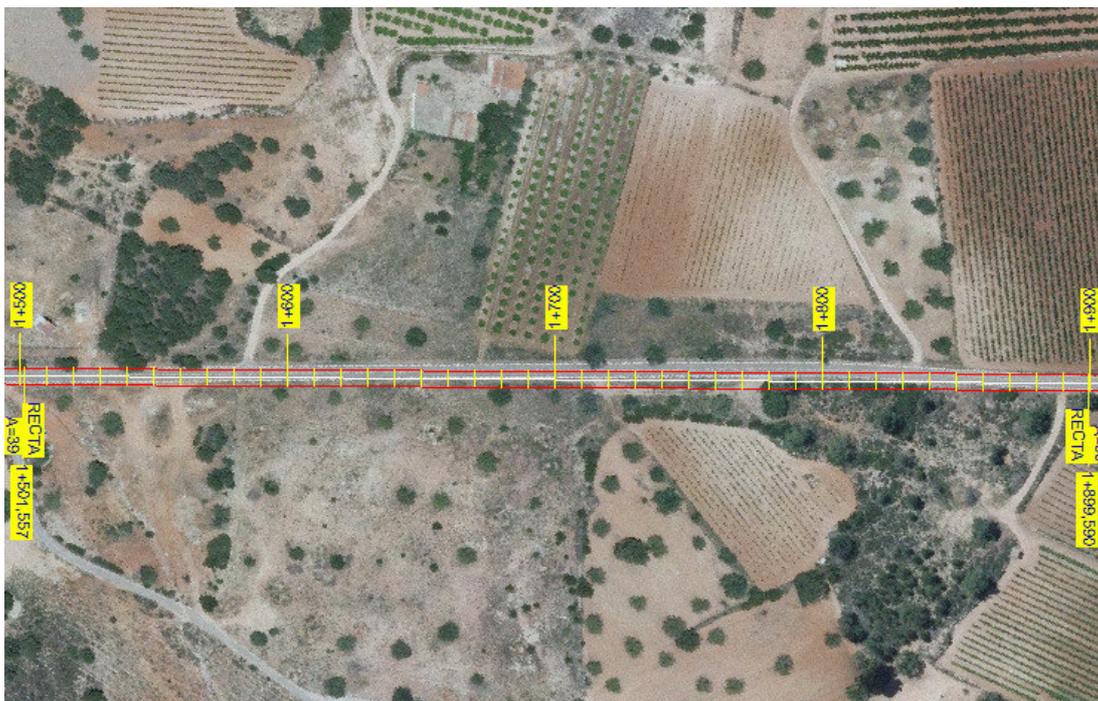
P.K. 0+540,532: aumento del radio de la curva circular a 67 m.



P.K. 1+106,500: aumento del radio de la curva circular a 20 m.



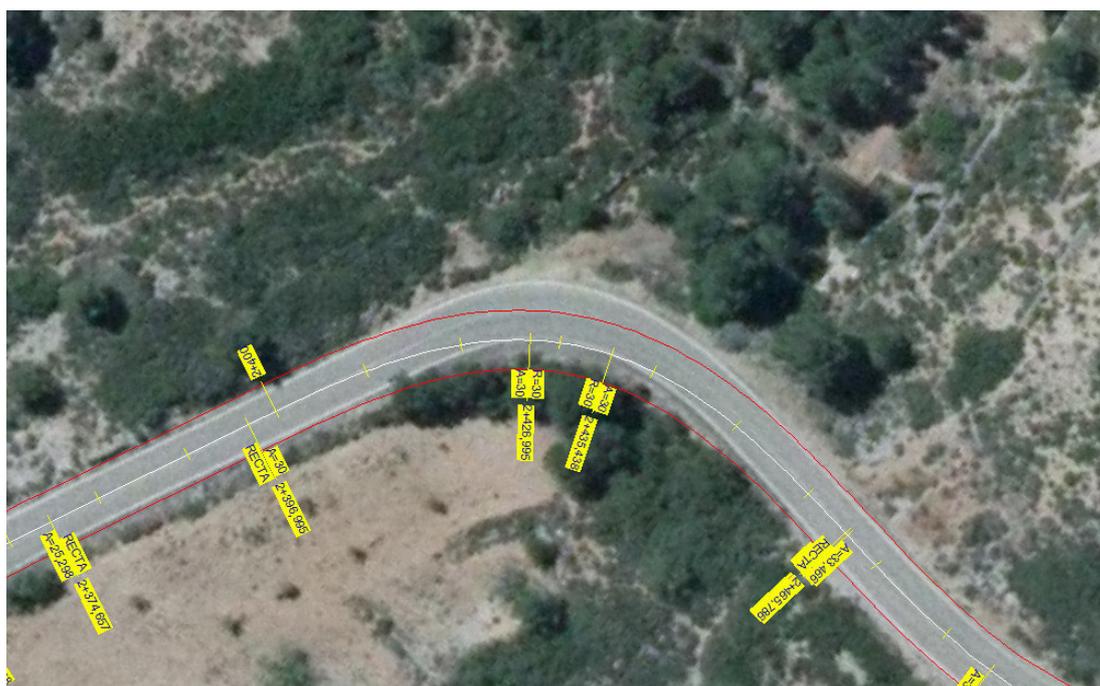
P.K. 1+501,557: nueva recta de 398 m.



P.K. 1+969,095: nueva recta de 214 m.



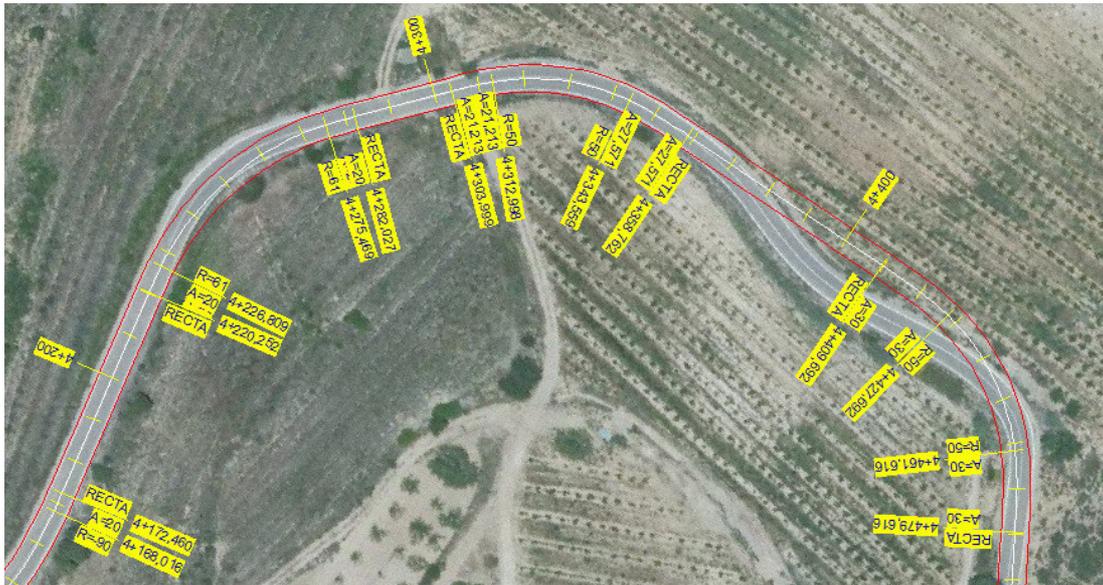
P.K. 2+426,995: ampliación del radio de la curva circular a 30 m.



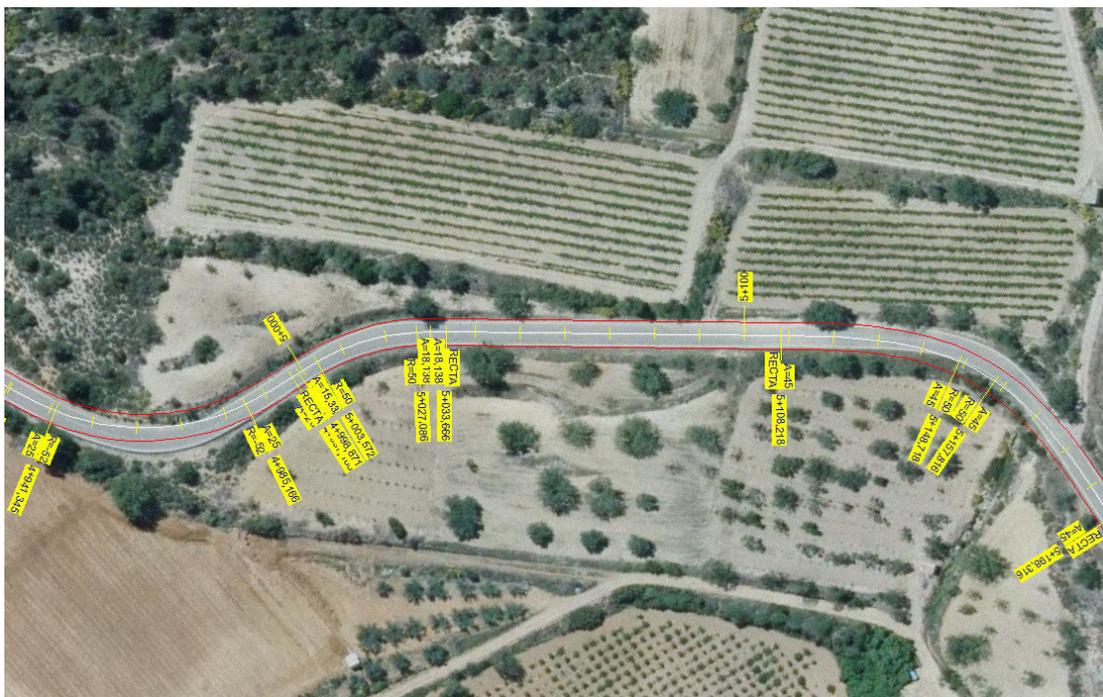
P.K. 3+450: nuevo trazado previo a la intersección de la CV-421 con la CV-424 para mejorar la visibilidad.



P.K. 4+220: nuevo trazado más sencillo con curvas circulares de mayor radio y con mejor visibilidad.



P.K. 4+941,345 y 5+148,718: aumento del radio de las curvas circulares a 52 m y 50 m.



Otro aspecto importante en la mejora del trazado en planta es establecer una mejor coordinación entre los elementos del trazado. Para realizar esta tarea se ha tomado como referencia el artículo 4.5 de la Norma 3.1-I.C Trazado del año 2000. Como se comentó en el apartado 3.5 *Análisis Normativo*, también se ha considerado más adecuado acogerse al artículo correspondiente a la Instrucción de Carreteras del año 2000 para la propuesta de mejora. Esto es debido a que el criterio para coordinar los radios de entrada y salida se

considera más coherente que el correspondiente a la Instrucción de Carreteras del año 2016.

### Criterios Norma 3.1-IC 2000

TABLA 4.6.

CLASE DE CARRETERA		$R_s$
Grupo 1	AP, AV, R y C-100	$1,5 \cdot R + 1,05 \cdot 10^{-8} \cdot (R - 250)^3 \cdot R$ $250 \leq R \leq 700$
Grupo 2	C-80, C-60 y C-40	$1,5 \cdot R + 4,693 \cdot 10^{-8} \cdot (R - 50)^3 \cdot R$ $50 \leq R \leq 300$

Nota: R es el radio de entrada y  $R_s$  es el radio de salida.

De la misma manera que sucedió con el *Análisis Normativo* del trazado actual, se utilizará el criterio para carreteras de Grupo 2. Como se podrá ver en el *Anejo de la Propuesta de Mejora*, en el nuevo trazado existen curvas circulares con velocidades específicas calculadas que implican que la carretera sea considerada como C-40. Teniendo en cuenta lo dicho, el objetivo ha sido establecer una coordinación de radios de entrada y salida que cumpla la Norma 3.1-I.C Trazado del año 2000 en la mayor parte del recorrido del tramo estudiado. Las pocas excepciones e incumplimientos vendrán dados por la imposibilidad de hacer cambios que impliquen modificaciones importantes en el entorno físico o incluso en las propiedades colindantes. En el mejor de los casos, las nuevas condiciones del trazado supondrán el cumplimiento de la normativa del año 2000 estableciendo una coordinación entre radios con valores más cercanos entre ellos que en el trazado actual. En el peor de los casos, es decir, en las excepciones o incumplimientos restantes, la disparidad de radios será menor que en el trazado actual y más cercana a los valores que establece la Norma 3.1-I.C. En todo caso, el nuevo trazado presenta un nivel de cumplimiento considerablemente superior al del trazado actual, y por lo tanto, dispone una geometría en planta más segura y adecuada para los usuarios de la CV-421. Además se han incluido curvas de transición (clotoides) previas en todas las alineaciones circulares, las cuales son simétricas respecto a la curva circular en la mayoría de los casos.

Aunque no es objeto del presente apartado, los cambios en la planta vistos anteriormente también contribuirán a mejorar la visibilidad en la carretera.

En los *Anejos* y *Planos* posteriores se van a presentar una serie de datos numéricos y representaciones gráficas de creación propia o generados a partir del programa Clip, los cuales se citan a continuación:

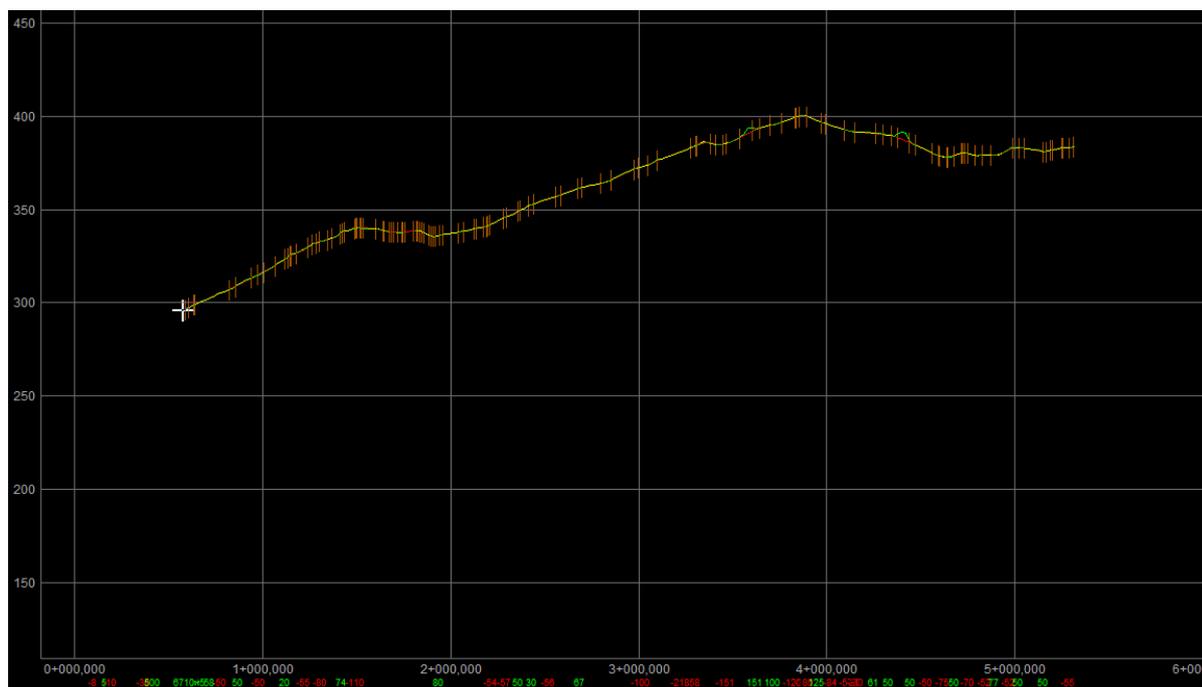
- *Anejo de la Geometría, planta:*
  - Datos de entrada: puntos base introducidos en los que se basa el programa Clip para generar el resto de datos.
  - Puntos del eje cada 20 metros: coordenadas y acimut de los puntos del eje del tramo estudiado de la CV-421 calculados cada 20 metros.
  - Puntos singulares: coordenadas, acimut, radio y parámetro de las alineaciones del tramo estudiado de la CV-421.
  - Coordinación entre radios: cálculos en tablas de la coordinación de curvas según la Norma 3.1-IC Trazado 2000.
- *Planos de la Geometría, planta:*

- Planta: escala 1:500 y longitud por plano de 350 m.

#### 4.1.2 Alzado

En este apartado se verán aquellos datos y gráficos relacionados con el perfil longitudinal de la propuesta de mejora. Como se ha hecho en apartados anteriores, en el diseño del nuevo alzado se ha utilizado el programa Clip, al cual se le ha aportado la misma cartografía del Instituto Geográfico Nacional utilizada anteriormente para el trazado actual.

De nuevo la intersección de las líneas de nivel del terreno geológico con la representación del nuevo eje del trazado de la CV-421 en Clip, da como resultado el perfil del terreno (línea verde en la interfaz de Clip y línea discontinua en los planos del alzado). Con el terreno como referencia, se ha creado una nueva rasante (línea roja en Clip y línea continua en los planos del alzado) utilizando el programa informático. En la imagen puede verse el nuevo alzado de la propuesta de mejora mediante una captura de la interfaz de Clip.



En esta ocasión y al contrario de lo que sucedía con la representación del estado actual de la carretera, el terreno y la rasante no estarán totalmente superpuestas. De nuevo se puede comprobar que el alzado muestra cambios frecuentes en el perfil del terreno con variaciones de cotas a lo largo del tramo. Para el nuevo perfil el objetivo es disponer una nueva rasante más sencilla y menos accidentada en cuanto a su relieve, que ofrezca menos cambios de rampa y pendiente a lo largo del trazado.

De la misma manera que sucede en las propuestas pertenecientes a la planta, los cambios que se pueden hacer estarán limitados. El entorno físico, las propiedades colindantes y los accesos existentes son factores condicionantes, siendo poco aconsejable la creación de una nueva rasante con grandes desfases respecto a la situación actual, que además implicaría mayores terraplenes o desmontes que podrían ir asociados a mayores obras y costes. De esta manera se ha adaptado una nueva rasante al terreno que en la medida de lo posible cumpla los requisitos de la Instrucción de Carreteras.

La primera característica a tener en cuenta ha sido no superar la inclinación máxima permitida para carreteras convencionales con velocidad de proyecto de 40 o 50 km/h, siendo este caso en concreto el de una carretera con  $V_p = 40$  km/h. Como se puede ver en la tabla

5.2 de la Norma 3.1-IC Trazado de 2016 que se muestra a continuación, la máxima inclinación permitida es del 7%.

TABLA 5.2.

VELOCIDAD DE PROYECTO ( $V_p$ ) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

El segundo aspecto a tener en cuenta ha sido fijar un valor mínimo de la inclinación de la rasante entre vértices del alzado que no sea inferior al 0,5 %, para así garantizar el drenaje suficiente del agua, tal y como indica el artículo 5.2.1 de la Norma 3.1-IC Trazado. Esto ha sido posible en prácticamente todo el perfil longitudinal, quedando como excepción algunos puntos aislados o zonas de escasa longitud del alzado situados en los acuerdos verticales, cóncavos o convexos.

La tercera característica a cumplir ha sido no disponer ni rampas ni pendientes con la inclinación máxima (7%) cuya longitud supere los 3000 m. En el caso de la CV-421, la variabilidad de cotas del terreno impide inclinaciones máximas tan prolongadas.

Un punto que no se ha podido cumplir, aunque está convenientemente justificado, ha sido la disposición de rampas o pendientes cuyo tiempo de recorrido a la  $V_p$  (40 km/h), no sea inferior a 10 segundos (la longitud correspondiente se medirá entre vértices consecutivos). A 40 km/h se tendrían que establecer rampas o pendientes que como mínimo tuvieran una longitud de 111,111 m (ver cálculo a continuación) para no ser recorridas en menos de 10 segundos, lo cual queda descartado por el entorno y la cercanía entre vértices, forzando cambios de pendiente con distancias relativamente cortas en la mayor parte del tramo estudiado.

$$\text{Velocidad (V)} = \text{Espacio (E)} / \text{Tiempo (T)}$$

$$40 \text{ km/h} = E / 10 \text{ segundos}$$

$$10 \text{ segundos} = 10 / (60 \text{ minutos} \cdot 60 \text{ segundos}) \approx 2,7778 \cdot 10^{-3} \text{ horas}$$

$$E_{\text{longitud mínima}} = 40 \text{ km/h} \cdot 10/3600 \text{ h} \approx 0,111111 \text{ km} \approx 111,111 \text{ m}$$

Por último, la otra característica a tener en cuenta en el diseño del nuevo alzado de la propuesta de mejora ha sido la adaptación de acuerdo verticales. Se adoptará en todos los casos como forma de la curva de acuerdo una parábola simétrica de eje vertical de ecuación:

$$y = x^2 / (2 \cdot K_v)$$

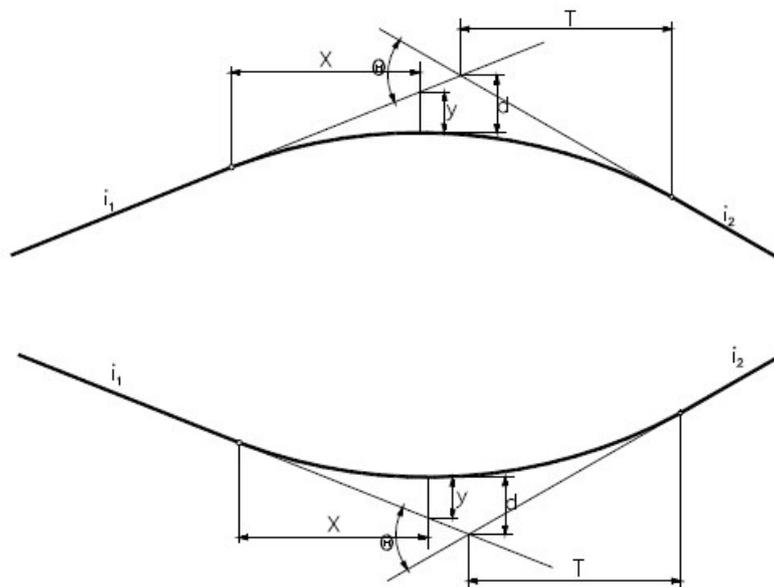
Siendo  $K_v$  el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente “parámetro”.

Definiendo  $\theta = |i_2 - i_1|$  como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumple que:

$$K_v = L / \theta$$

Siendo L la longitud de la curva de acuerdo ( $L = 2 \cdot T$  Figura 5.1).

**FIGURA 5.1.**  
**ACUERDOS VERTICALES.**



El artículo 5.3 de la Norma 3.1-IC Trazado también establece unos parámetros mínimos de los acuerdos verticales, para así disponer de visibilidad para diferentes clases de carretera y visibilidad de adelantamiento. El extracto de la tabla 5.3 de la Norma muestra los valores que deben adoptarse para una carretera con  $V_p$  de 40 km/h:

**TABLA 5.3.**  
**PARÁMETROS MÍNIMOS DE LOS ACUERDOS VERTICALES PARA DISPONER DE VISIBILIDAD DE PARADA DE CUALQUIER CLASE DE CARRETERA Y DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO EN CARRETERAS CONVENCIONALES.**

GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO ( $V_p$ ) (km/h)	ACUERDOS CONVEXOS		ACUERDOS CÓNCAVOS	
		$K_v$ (m) Parada	$K_v$ (m) Adelantamiento	$K_v$ (m) Parada	$K_v$ (m) Adelantamiento
	40	250	300	760	2 400

**Nota 1:** Los valores de  $K_v$  de esta Tabla se han obtenido para una altura del obstáculo  $h_2 = 0,50$  m. Para alturas inferiores, deberán calcularse los correspondientes valores mínimos de  $K_v$ .

**Nota 2:** Los valores de  $K_v$  en acuerdos cóncavos se han obtenido para condiciones nocturnas y alcance ilimitado de los faros del vehículo, por lo que dado el limitado alcance real de los mismos, la adopción de dichos valores de  $K_v$  no garantizará la visibilidad en horas nocturnas.

En el alzado de la propuesta de mejora todos los acuerdos convexos cumplen con el mínimo  $K_v = 300$  m. Debido al entorno y las variaciones de cotas del terreno no ha sido posible que todos los acuerdos cóncavos cumplan con los mínimos establecidos, aunque a pesar de ello sí que se ha asegurado una visibilidad adecuada en el tramo estudiado para las velocidades correspondientes (ver apartado posterior *Visibilidad*). Los datos asociados a acuerdos verticales se podrán consultar en el *Anejo de la Propuesta de Mejora*.

A continuación se presentan algunos datos característicos del perfil longitudinal de la propuesta de mejora.

- Cota en el inicio del ancho de carril de 3 m: 297,196 m (P.K. 0+600,000).
- Cota mínima registrada: 295,785 m (P.K. 0+578,272).
- Cota máxima registrada: 400,578 m (P.K. 3+880,000).
- Cota final del tramo: 383,714 m (P.K. 5+300).
- Máximo desnivel registrado: 104,793 m.
- Rampa máxima: 6,976 %.
- Rampa mínima: 0,500 %.
- Pendiente máxima: -4,876 %.
- Pendiente mínima: -0,500 %.
- Perfil llano: 0,000 % (de escasa longitud y relevancia, casi inexistente).
- Rampa más larga: 181,499 m (4,296 %).
- Pendiente más larga: 112,366 (-0,849 %).

Nota: rampas y pendientes entre vértices del alzado.

En el *Anejo de la Propuesta de Mejora* se van a presentar una serie de datos numéricos y representaciones gráficas generados a partir del programa Clip que serán los siguientes:

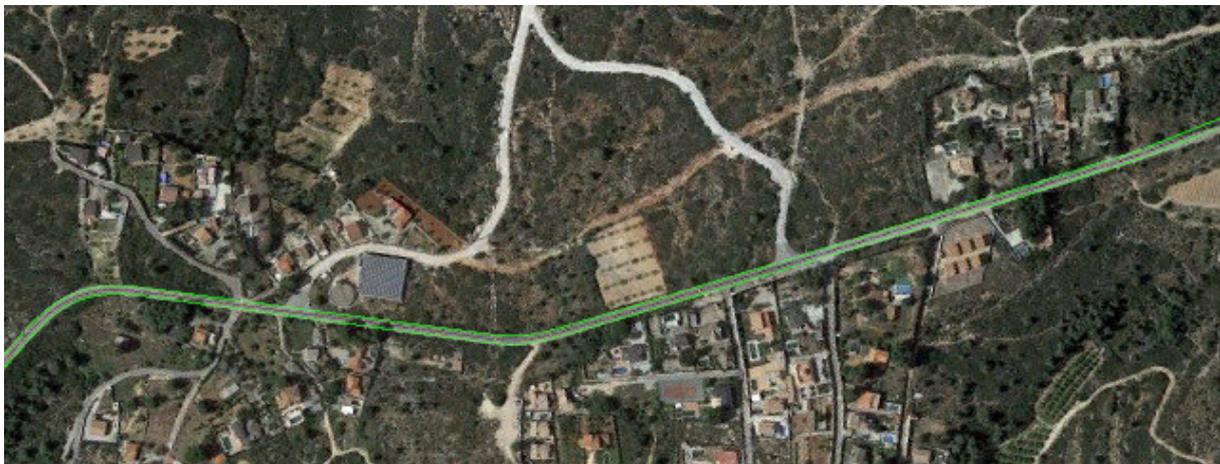
- *Anejo de la Geometría, alzado:*
  - Datos de entrada: puntos del eje que han intersectado con la cartografía del terreno y que han servido de base para la realización del perfil longitudinal.

- Cotas en puntos del eje cada 20 metros: cota y pendiente de la rasante creada para puntos separados cada 20 metros.
  - Elementos de la rasante: vértices de la rasante incluyendo el P.K. de inicio y final de cada uno, indicando además la longitud de la recta que los separa.
- *Planos de la Geometría, alzado*:
    - Eje horizontal (PP.KK.): escala 1:1000.
    - Eje vertical (cotas en metros): escala 1:100.
    - Cotas de la rasante y del terreno cartográfico.

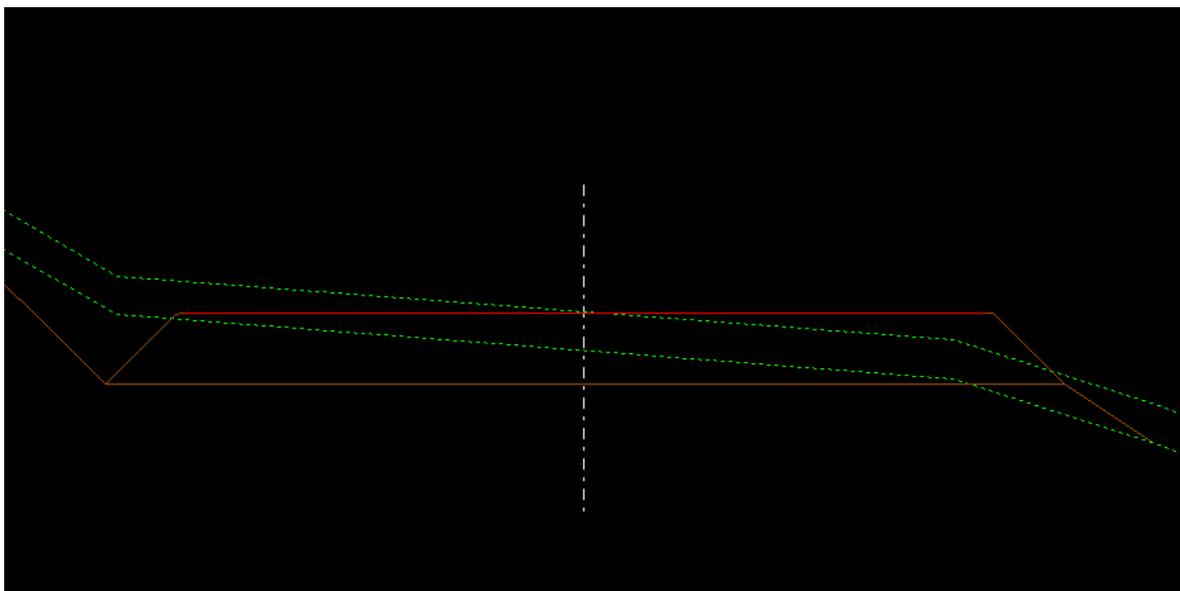
#### 4.1.3 Sección transversal

Como se ha descrito en el apartado anterior *Planta*, la propuesta de mejora en el tramo estudiado de la CV-421 tiene como objetivo mantener un ancho de carril de 3 m. Este ancho de carril se mantendría desde el P.K. 0+600 hasta el P.K. 5+300, existiendo desde el P.K. 0+540 una transición desde los 2,6 m de ancho por carril hasta los 3 m citados. De esta manera y con la ausencia de arcén, se alcanza una sección que ofrece una carretera convencional de dos carriles de 3 metros (6 metros en total) durante 4700 m. Para que el ancho del carril sea totalmente utilizable, se añadirán 0,1 m adicionales en cada lado del carril destinados a la línea que delimitará la carretera.

De la misma manera que se ha comentado en los apartados anteriores *Planta* y *Alzado*, la mejora de la sección transversal también queda limitada por el entorno. Esto es debido especialmente por aquellas propiedades colindantes que se sitúan muy cerca en los márgenes de la carretera entre los PP.KK. 2+700 y 3+500.



A continuación se puede ver una captura de la interfaz gráfica de Clip, la cual pertenece a una sección transversal representativa de la propuesta de mejora con el ancho del carril elegido de 3 metros. En terraplén, la proporción del talud inferior queda en 1,5/1. En desmote, el talud en tierra adopta una proporción 1/1.



La sección transversal está formada por su correspondiente sección de firme, la cual queda dispuesta sobre una explanada de suelo que sirve para su apoyo. Como se puede observar en la imagen de la sección transversal de Clip, las líneas continuas horizontales y paralelas delimitan la sección de firme.

Para la elección de la sección de firme se ha empleado la Norma 6.1-IC de la Instrucción de Carreteras. A continuación se adjuntarán los pasos seguidos para su constitución.

- Estimación de una IMD de 1000 vehículos/día, adoptando un paso de vehículos más elevado que las IMD de los últimos años (ver apartado *Tráfico*) y un margen razonable de crecimiento respecto a las cifras actuales.
- Estimación de un porcentaje de vehículos pesados respecto a la IMD estimada del 15%, coincidiendo aproximadamente con el máximo porcentaje registrado durante los últimos siete años en los que se disponen datos.
- $IMD_{\text{pesados}} = 1000 \cdot 0,15 = 150$  vehículos pesados / día.
- $IMD_{\text{pesados}} \text{ por carril} = 150 / 2 = 75$  vehículos pesados / día.

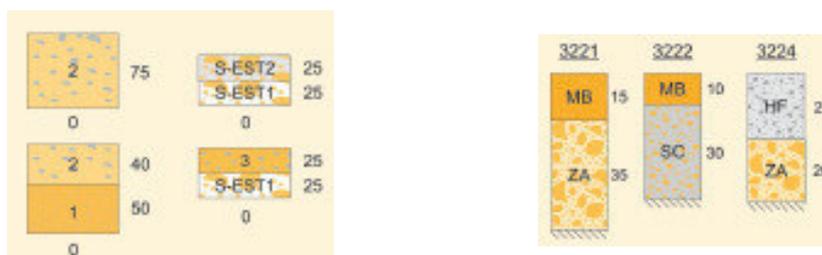
TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

TABLA 2. MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
$E_{v2}$ (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Con 75 vehículos pesados / día la categoría de tráfico pesado es la T32. Si además suponemos una categoría de explanada E2 (≥120 MPa) y suelo tolerable, la formación de la explanada y la sección de firme quedarían de la siguiente manera:



La explanada elegida sería una única capa de suelo seleccionado de 75 cm de espesor, mientras que la sección de firme establecería una capa de mezcla bituminosa con un mínimo de 15 cm y una capa de zahorra artificial con un mínimo de 35 cm. La capa de zahorra artificial quedaría dividida en dos capas, una superior de 15 cm y otra inferior de 20 cm.

La capa de mezcla bituminosa queda dividida en tres capas: rodadura, intermedia y base. Para la elección de las distintas capas se tendrá en cuenta la tabla 6 de la Norma 6.1-IC, además de las categorías de tráfico pesado. En las secciones en las que haya más de

una capa de mezcla bituminosa, el espesor de la capa inferior será mayor o igual al espesor de las superiores.

TABLA 6. ESPESOR DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(\*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.

(\*\*) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Para la elección del tipo de mezcla para cada tipo de capa se seguirá el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (a partir de ahora PG-3), en su Parte 5ª Firmes. Su tabla 542.9 indica las siguientes posibilidades.

TABLA 542.9 - TIPO DE MEZCLA EN FUNCIÓN DEL TIPO Y ESPESOR DE LA CAPA

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN. NORMA UNE-EN 13108-1(*)	
RODADURA	AC16 surf D AC16 surf S	4 – 5
	AC22 surf D AC22 surf S	> 5
INTERMEDIA	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC 22 bin S MAM (**)	5-10
BASE	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC 22 base S MAM (***)	7-15
ARCENES(****)	AC16 surf D	4-6

En el gráfico que se mostrará se describirá la distribución de capas de la sección de firme a utilizar en la propuesta de mejora, incluyendo los tipos de capa, los espesores y también los riegos de curado, adherencia o imprimación a emplear.

<b>Sección de firme de la propuesta de mejora del tramo estudiado de la CV-421</b>			
<b>CAPA</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>Riego de curado</b>
<b>RODADURA</b>	5 cm	AC16 surf S (S-12 Rodadura)	Riego de adherencia
<b>INTERMEDIA</b>	6 cm	AC22 bin S (S-20 Intermedia)	Riego de adherencia
<b>BASE</b>	9 cm	AC32 base S (S-25 Base)	Riego de imprimación
<b>CAPA GRANULAR</b>	15 cm	Zahorra Artificial	
<b>CAPA GRANULAR</b>	20 cm	Zahorra Artificial	

Otros aspectos a considerar según el PG-3 serían:

- Ligante hidrocarbonado a emplear en capas de rodadura, intermedia y base teniendo en cuenta una zona térmica estival media y la categoría de tráfico pesado T32 (tablas 542.1a-b del PG-3): 50/70.

**TABLA 542.10 - DOTACIÓN MÍNIMA (\*) DE LIGANTE HIDROCARBONADO**  
(% en masa sobre el total de la mezcla bituminosa, incluido el polvo mineral)

<b>TIPO DE CAPA</b>	<b>TIPO DE MEZCLA</b>	<b>DOTACIÓN MÍNIMA (%)</b>
<b>RODADURA</b>	densa y semidensa	4,50
<b>INTERMEDIA</b>	densa y semidensa	4,00
	alto módulo	4,50
<b>BASE</b>	semidensa y gruesa	4,00
	alto módulo	4,75

- El polvo mineral o carbonato (tricalsa o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente se estimará en la misma proporción que la del ligante hidrocarbonado, es decir, 1/1 (relación polvo mineral/ligante). Esto es debido a que el PG-3 sólo indica valores para categorías de tráfico pesado de T00 a T2, sin hacer referencia a categorías de tráfico inferiores como la T32 (tabla 542.11 del PG-3).

Para el peralte y el bombeo de la propuesta de mejora se seguirá lo que establece la Norma 3.1 IC Trazado. En esta ocasión también se empleará la versión de la Norma del año 2000. Así se utilizará un criterio con afinidad con la coordinación de radios de curvas calculada en la propuesta de mejora, la cual pertenece también al año 2000.

El peralte y el bombeo, además de las transiciones de peralte entre alineaciones rectas, clotoides y curvas circulares, se establecerá como se indica a continuación. El tramo se considera una carretera de calzada única C-40 de grupo 2.

Grupo 2) Carreteras C-80, C-60 y C-40:

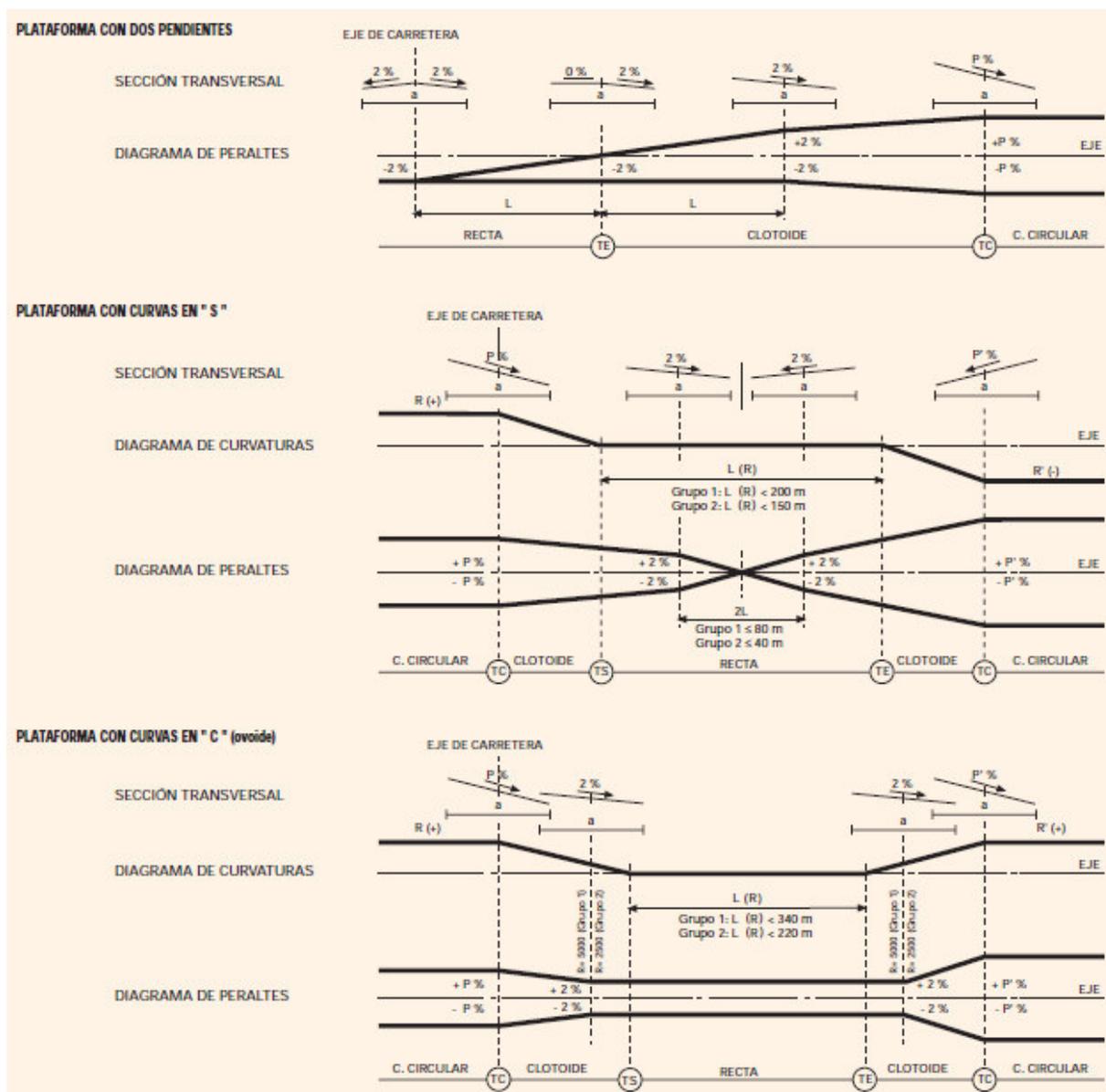
$$50 \leq R \leq 350 \rightarrow p = 7$$

$$350 \leq R \leq 2500 \rightarrow p = 7 - 6,08 \cdot (1 - 350/R)^{1,3}$$

$$2500 \leq R < 3500 \rightarrow p = 2$$

$$3500 \leq R \rightarrow \text{Bombeo}$$

Siendo: R = radio de la curva circular (m).  
p = peralte (%).



La explanada de la carretera se sitúa respecto al terreno de manera muy similar al tramo actual. Básicamente también hay tres tipos de disposición del terreno en los márgenes de la carretera que son los más habituales: terreno prácticamente horizontal, terreno con ligeras inclinaciones y terreno a media ladera. El terreno a media ladera que hay en el tramo, aunque con diferentes alturas, inclinaciones y dimensiones, repite un mismo patrón: desmorte en el margen izquierdo y terraplén en el margen derecho desde la perspectiva del sentido creciente de los PP.KK.

Siguiendo la Norma 5.2-I.C Drenaje superficial de carreteras, se dispondrá una cuneta. Este elemento lineal en forma de zanja continua en el terreno, permitirá conducir el agua a modo de canal en lámina libre. Será longitudinal al trazado y se dispondrá en el borde de la plataforma o explanación en las secciones con desmorte.

Tendrá forma triangular y como establece la Norma 5.2-I.C, la cuneta tendrá que ser revestida salvo justificación. En el caso del tramo de la propuesta de mejora, existen pendientes longitudinales superiores al 3% y también pendientes longitudinales inferiores al 1%, las cuales son condiciones que exige la norma para su revestimiento. De esta manera sería conveniente una cuneta de hormigón revestido a lo largo del trazado en las secciones con desmorte, que en este caso será con incremento de distancia y cota de 40 cm/40 cm con ángulo de 90° entre paredes (simétrica) si el terreno lo permite (ver secciones transversales tipo en *Planos de la Geometría, sección transversal*).

Mediante el programa Clip y la cartografía de Instituto Geológico Nacional disponible para la zona, se han obtenido las secciones transversales de la propuesta de mejora. Los resultados se pueden ver consultar en los *Planos de las Propuestas de mejora*:

- *Planos de la Geometría, sección transversal:*
  - Secciones transversales incluyendo explanada, plataforma, terreno y peraltes cada 20 metros.
  - Sección transversal tipo en recta.
  - Sección transversal tipo en curva circular.
  - Sección de firme.

#### 4.1.4 Visibilidad y coordinación planta-alzado

Para mejorar la visibilidad del tramo de la CV-421 comprendido entre los PP.KK. 0+535 y 5+300, se ha optado por diferentes medidas que se han podido ver en los apartados *Planta*, *Alzado* y *Sección Transversal*. Este apartado tiene como fin comprobar la nueva geometría y la nueva situación de la visibilidad, las cuales también pretenden mejorar la coordinación planta-alzado respecto a la situación actual del tramo. Los cálculos de las distancias de parada y de la visibilidad mediante el programa Clip se realizarán de forma análoga a lo visto en el apartado *Análisis geométrico* de la *Descripción de la situación actual*. De la misma manera que se ha citado en apartados anteriores, las mejoras pretenden establecer una situación más favorable dentro de las posibilidades de actuación y los condicionantes existentes.

A partir de los radios conocidos de las curvas circulares del nuevo tramo (R), se ha calculado su velocidad específica (V), aportando los datos de peralte (p) y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado ( $f_t$ ) para una velocidad de proyecto de 40 km/h ( $V_p$ , correspondiente a  $V_e = 40$  km/h en la tabla 4.3 adjunta de la Norma 3.1-IC).

$$V^2 = 127 \cdot R \cdot \left( f_t + \frac{p}{100} \right)$$

TABLA 4.3.

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL MÁXIMO MOVILIZADO ( $f_{tMAX}$ ).

$V_e$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_{tMAX}$	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

Con la velocidad calculada anterior (V), se ha calculado la distancia de parada ( $D_p$ ) para cada curva circular del nuevo trazado, utilizando en la ecuación el tiempo de percepción y reacción ( $t_p = 2$  segundos), la inclinación de la rasante (i en %) y el coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento ( $f_l$ ). Los valores de  $f_l$  se indican en la tabla 3.1 en función de la velocidad calculada ( $V_e$ ) de cada curva, que en este caso será "V".

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}$$

TABLA 3.1.

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO LONGITUDINAL MOVILIZADO ( $f_l$ ) EN UNA MANIOBRA DE FRENADO.

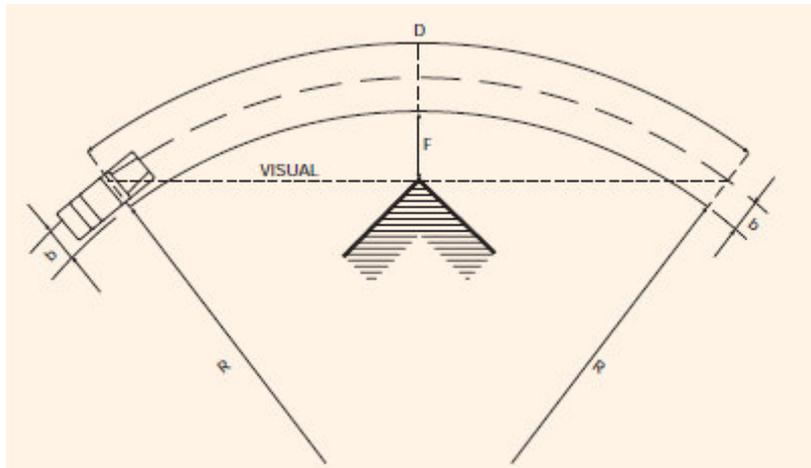
V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_l$	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

En el caso de que la velocidad de la curva circular sea igual o inferior a 40 km/h como ocurre en algunas ocasiones, se dará un valor  $f_i = 0,432$ . Para valores intermedios de las velocidades de la curva de la tabla 3.1 se ha interpolado linealmente la tabla.

Una vez obtenida la distancia de parada de cada curva, el siguiente paso es compararla con la visibilidad que calcula Clip para el lugar (P.K.) en el que está ubicada cada curva en el nuevo trazado de la CV-421. Si la visibilidad obtenida en metros es mayor que la distancia de parada calculada también en metros, se considera que hay una distancia de visibilidad suficiente para detener el coche dentro de la distancia de parada obtenida.

Para el cálculo de la visibilidad de Clip se ha utilizado su propio estudio de visibilidad, al cual se le ha introducido los datos según la Norma 3.1-IC 2016:

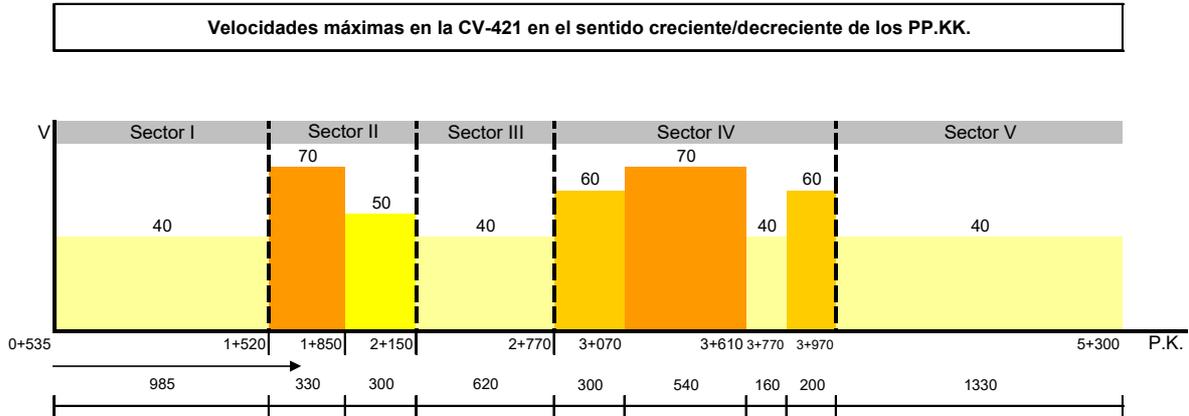
- Altura del objeto: es la altura del objeto que debe divisar el observador, se mide en metros y queda fijada en 0,5 m.
- Altura del observador: es la altura sobre la calzada, medida en metros, a la que se encuentra el punto que define la posición del observador, fijada en 1,10 m.
- Distancia al borde de la calzada: posición en planta dentro de la calzada del observador y obstáculo, medida en metros y fijada en 1,50 m (b en el gráfico).
- Despeje: es la distancia, medida en metros desde el borde de la calzada (banda) o pie de talud, que se entenderá como la zona válida a tener en cuenta, a efectos de visibilidad en cada perfil transversal. Se ha fijado en 100 m (F en el gráfico).



Con los datos aportados se han confeccionado unas tablas con todos los cálculos y resultados, la cuales se podrán ver completas en el *Anejo* de la *Propuesta de mejora*. En las tablas se puede ver que la visibilidad es siempre superior a la distancia de parada en las curvas circulares.

Para analizar la visibilidad global de la nueva geometría, se van a calcular también las distancias de parada en función de las nuevas velocidades permitidas que pretende instaurar la propuesta de mejora. De esta manera también se podrán comprobar los distintos sectores en los que se divide el tramo según las velocidades máximas, incluyendo curvas circulares, curvas de transición o alineaciones rectas indistintamente. Esto también permitirá revisar la repercusión de los acuerdos verticales, cóncavos o convexos, dispuestos en el alzado. Todo ello ha permitido un mejor ajuste de la coordinación planta-alzado de la nueva geometría del tramo. En los cálculos se utilizará de nuevo el estudio de visibilidad de Clip

con los datos vistos anteriormente, pero ajustando también la velocidad (40, 50, 60 o 70 km/h) y consultando los resultados de distancia de parada obtenidos.



A continuación se pueden ver las visibilidades y distancias de parada obtenidas con el programa Clip para cada velocidad. El orden de las columnas es: P.K., visibilidad (m), última estación (P.K.) y distancia de parada (m).

- Velocidad máxima 40 km/h:

0+520,000	70	0+590,000	37	2+140,000	110	2+250,000	37
0+540,000	41	0+581,000	37	2+160,000	90	2+250,000	37
0+560,000	30	0+590,000	37	2+180,000	90	2+270,000	36
0+580,000	250	0+830,000	35	2+200,000	90	2+290,000	36
0+600,000	210	0+810,000	36	2+220,000	90	2+310,000	36
0+620,000	190	0+810,000	36	2+240,000	90	2+330,000	36
0+640,000	170	0+810,000	36	2+260,000	310	2+570,000	36
0+660,000	150	0+810,000	36	2+280,000	290	2+570,000	36
0+680,000	110	0+790,000	36	2+300,000	270	2+570,000	36
0+700,000	90	0+790,000	36	2+320,000	229	2+549,000	36
0+720,000	70	0+790,000	36	2+340,000	196	2+536,000	36
0+740,000	50	0+790,000	36	2+360,000	187	2+547,000	36
0+760,000	230	0+990,000	36	2+380,000	170	2+550,000	36
0+780,000	210	0+990,000	36	2+400,000	130	2+530,000	36
0+800,000	190	0+990,000	36	2+420,000	110	2+530,000	36
0+820,000	170	0+990,000	36	2+440,000	90	2+530,000	36
0+840,000	150	0+990,000	36	2+460,000	70	2+530,000	36
0+860,000	110	0+970,000	36	2+480,000	70	2+550,000	36
0+880,000	90	0+970,000	36	2+500,000	70	2+570,000	36
0+900,000	70	0+970,000	36	2+520,000	270	2+790,000	36
0+920,000	70	0+990,000	36	2+540,000	250	2+790,000	36
0+940,000	50	0+990,000	36				
0+960,000	70	1+030,000	36	2+560,000	230	2+790,000	36
0+980,000	170	1+150,000	36	2+580,000	230	2+810,000	36
1+000,000	150	1+150,000	36	2+600,000	270	2+870,000	36
1+020,000	130	1+150,000	36	2+620,000	370	2+990,000	36
1+040,000	110	1+150,000	36	2+640,000	690	3+330,000	36
1+060,000	154	1+214,000	35	2+660,000	630	3+290,000	36
1+080,000	150	1+230,000	35	2+680,000	570	3+250,000	36
1+100,000	130	1+230,000	36	2+700,000	550	3+250,000	37
1+120,000	90	1+210,000	36	2+720,000	530	3+250,000	37
1+140,000	70	1+210,000	35	2+740,000	510	3+250,000	37
1+160,000	70	1+230,000	36	2+760,000	510	3+270,000	37
1+180,000	70	1+250,000	36	2+780,000	510	3+290,000	37
1+200,000	70	1+270,000	36				
1+220,000	70	1+290,000	36	3+600,000	284	3+884,000	36
1+240,000	70	1+310,000	35	3+620,000	269	3+889,000	36
1+260,000	70	1+330,000	35	3+640,000	251	3+891,000	36
1+280,000	90	1+370,000	36	3+660,000	233	3+893,000	36
1+300,000	214	1+514,000	36	3+680,000	215	3+895,000	36
1+320,000	194	1+514,000	37	3+700,000	197	3+897,000	36
1+340,000	176	1+516,000	36	3+720,000	174	3+894,000	37
1+360,000	159	1+519,000	36	3+740,000	155	3+895,000	36
1+380,000	132	1+512,000	36	3+760,000	133	3+893,000	36
1+400,000	110	1+510,000	35	3+780,000	113	3+893,000	36
1+420,000	112	1+532,000	35				
1+440,000	94	1+534,000	36				
1+460,000	105	1+565,000	36				
1+480,000	158	1+638,000	36				
1+500,000	261	1+761,000	36				
1+520,000	241	1+761,000	38				

3+960,000	130	4+090,000	39	4+620,000	137	4+757,000	38
3+980,000	110	4+090,000	39	4+640,000	119	4+759,000	37
4+000,000	110	4+110,000	38	4+660,000	92	4+752,000	37
4+020,000	90	4+110,000	38	4+680,000	90	4+770,000	36
4+040,000	70	4+110,000	38	4+700,000	70	4+770,000	36
4+060,000	70	4+130,000	38	4+720,000	70	4+790,000	37
4+080,000	70	4+150,000	38	4+740,000	110	4+850,000	38
4+100,000	90	4+190,000	38	4+760,000	90	4+850,000	38
4+120,000	310	4+430,000	38	4+780,000	70	4+850,000	38
4+140,000	310	4+450,000	38	4+800,000	70	4+870,000	37
4+160,000	290	4+450,000	38	4+820,000	170	4+990,000	37
4+180,000	290	4+470,000	38	4+840,000	150	4+990,000	37
4+200,000	290	4+490,000	38	4+860,000	130	4+990,000	37
4+220,000	310	4+530,000	38	4+880,000	90	4+970,000	37
4+240,000	490	4+730,000	38	4+900,000	70	4+970,000	37
4+260,000	152	4+412,000	38	4+920,000	50	4+970,000	36
4+280,000	130	4+410,000	38	4+940,000	50	4+990,000	36
4+300,000	110	4+410,000	38	4+960,000	127	5+087,000	35
4+320,000	110	4+430,000	38	4+980,000	323	5+303,000	36
4+340,000	90	4+430,000	38	5+000,000	304	5+304,000	37
4+360,000	210	4+570,000	38	5+020,000	283	5+303,000	37
4+380,000	70	4+450,000	39	5+040,000	262	5+302,000	38
4+400,000	150	4+550,000	39	5+060,000	242	5+302,000	38
4+420,000	130	4+550,000	39	5+080,000	223	5+303,000	38
4+440,000	110	4+550,000	39	5+100,000	203	5+303,000	38
4+460,000	90	4+550,000	39	5+120,000	183	5+303,000	38
4+480,000	70	4+550,000	39	5+140,000	162	5+302,000	38
4+500,000	70	4+570,000	39	5+160,000	141	5+301,000	37
4+520,000	270	4+790,000	39	5+180,000	121	5+301,000	36
4+540,000	250	4+790,000	39	5+200,000	101	5+301,000	37
4+560,000	217	4+777,000	39	5+220,000	81	5+301,000	37
4+580,000	180	4+760,000	39				
4+600,000	158	4+758,000	38	5+240,000	61	5+301,000	37
				5+260,000	41	5+301,000	37
				5+280,000	30	5+310,000	37

En las zonas de 40 km/h prácticamente siempre se cumple que la visibilidad es superior a la distancia de parada. Las únicas excepciones son el P.K. 0+560 y el P.K. 5+280. La primera es debida a la discontinuidad de la cartografía en esa parte del recorrido. La segunda tiene su última estación fuera del tramo y está cerca del fin del eje de la carretera diseñado en Clip.

- Velocidad máxima 50 km/h:

1+840,000	410	2+250,000	54
1+860,000	390	2+250,000	55
1+880,000	350	2+230,000	55
1+900,000	330	2+230,000	54
1+920,000	310	2+230,000	51
1+940,000	290	2+230,000	51
1+960,000	270	2+230,000	51
1+980,000	250	2+230,000	51
2+000,000	230	2+230,000	51
2+020,000	210	2+230,000	51
2+040,000	190	2+230,000	51
2+060,000	170	2+230,000	51
2+080,000	150	2+230,000	51
2+100,000	130	2+230,000	51
2+120,000	110	2+230,000	51
2+140,000	110	2+250,000	51
2+160,000	90	2+250,000	51

En la única zona de 50 km/h la visibilidad siempre es superior a la distancia de parada.

- Velocidad máxima 60 km/h:

2+760,000	510	3+270,000	68	3+760,000	133	3+893,000	67
2+780,000	510	3+290,000	68	3+780,000	113	3+893,000	67
2+800,000	530	3+330,000	68	3+800,000	89	3+889,000	67
2+820,000	530	3+350,000	67	3+820,000	77	3+897,000	67
2+840,000	504	3+344,000	67	3+840,000	68	3+908,000	67
2+860,000	497	3+357,000	66	3+860,000	230	4+090,000	68
2+880,000	477	3+357,000	66	3+880,000	210	4+090,000	72
2+900,000	451	3+351,000	66				
2+920,000	431	3+351,000	66	3+900,000	190	4+090,000	74
2+940,000	420	3+360,000	66	3+920,000	170	4+090,000	74
2+960,000	400	3+360,000	66	3+940,000	150	4+090,000	74
2+980,000	372	3+352,000	67	3+960,000	130	4+090,000	74
3+000,000	353	3+353,000	68	3+980,000	110	4+090,000	74
3+020,000	340	3+360,000	68				
3+040,000	318	3+358,000	68				
3+060,000	298	3+358,000	66				
3+080,000	273	3+353,000	65				

En las zonas de 60 km/h se cumple siempre que la visibilidad es superior a la distancia de parada.

- Velocidad máxima 70 km/h:

1+520,000	241	1+761,000	94	3+060,000	298	3+358,000	86
1+540,000	221	1+761,000	92	3+080,000	273	3+353,000	84
1+560,000	201	1+761,000	92	3+100,000	255	3+355,000	87
1+580,000	181	1+761,000	92	3+120,000	235	3+355,000	87
1+600,000	161	1+761,000	93	3+140,000	216	3+356,000	87
1+620,000	141	1+761,000	97	3+160,000	197	3+357,000	87
1+640,000	121	1+761,000	95	3+180,000	178	3+358,000	87
1+660,000	101	1+761,000	94	3+200,000	160	3+360,000	87
1+680,000	81	1+761,000	93	3+220,000	156	3+376,000	87
1+700,000	61	1+761,000	92	3+240,000	124	3+364,000	87
1+720,000	41	1+761,000	92	3+260,000	108	3+368,000	87
1+740,000	30	1+770,000	91	3+280,000	90	3+370,000	86
1+760,000	98	1+858,000	90	3+300,000	87	3+387,000	86
1+780,000	30	1+810,000	90	3+320,000	410	3+730,000	87
1+800,000	450	2+250,000	90	3+340,000	390	3+730,000	89
1+820,000	430	2+250,000	92	3+360,000	390	3+750,000	92
1+840,000	410	2+250,000	95	3+380,000	370	3+750,000	94
1+860,000	390	2+250,000	100	3+400,000	350	3+750,000	95
				3+420,000	350	3+770,000	93
				3+440,000	350	3+790,000	90
				3+460,000	350	3+810,000	88
				3+480,000	380	3+860,000	87
				3+500,000	365	3+865,000	86
				3+520,000	179	3+699,000	86
				3+540,000	332	3+872,000	85
				3+560,000	320	3+880,000	85
				3+580,000	311	3+891,000	85
				3+600,000	284	3+884,000	85
				3+620,000	269	3+889,000	86

En las zonas de 70 km/h se cumple en la mayoría de cálculos que la visibilidad es superior a la distancia de parada. La excepción está situada entre los PP.KK. 1+680 y 1+780, en los cuales una discontinuidad en la cartografía no permite al programa Clip obtener resultados completos. Como se puede observar en los siguientes valores pertenecientes a los elementos de la rasante, los acuerdos verticales en esa parte del tramo cumplen con los mínimos establecidos por la Norma 3.1-IC.

V	PC FC	Distancia Acumulada	Longitud Acuerdo	Parám.K Convexo	Parám.K Concavo	Pendiente %	Longitud Recta	Cota
V-23	PC23	1.642,954	28,837		2.400,000			339,20
		1.657,372						338,88
	FC23	1.671,790						338,74
V-24	PC24	1.684,632	11,915		2.500,000	-0,998	12,841	338,61
		1.690,589						338,55
	FC24	1.696,546						338,52
V-25	PC25	1.717,282	24,536		2.400,000			338,41
		1.729,550						338,35
	FC25	1.741,818						338,41
V-26	PC26	1.744,548	9,970		2.400,000			338,42
		1.749,533						338,45
	FC26	1.754,519						338,49
V-27	PC27	1.800,378	18,410	1.300,000		0,916	45,860	338,91
		1.809,583						339,00
	FC27	1.818,789						338,95

## 4.2 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

En este apartado se mostrará la nueva la disposición de señales y balizas de la propuesta de mejora del tramo correspondiente a la carretera CV-421. El objetivo en este ha apartado es reorganizar la señalización respecto a la situación actual, para que así pueda dar a los usuarios una información más clara sobre la vía, además de una circulación más segura y más adaptada a las condiciones de la misma. Este apartado incluye un inventario con la señalización a disponer en la carretera entre los PP.KK. 0+535 y 5+300. Con la ubicación de cada elemento, se podrá obtener un listado ordenado que nos ofrecerá la secuencia de señales y balizas que se podría encontrar un usuario en la propuesta de mejora, teniendo en cuenta cada uno de los sentidos de circulación. En la segunda parte de este apartado también se hará mención a las marcas viales dispuestas, con especial atención a aquellas que permiten o prohíben la invasión del carril contrario y también el adelantamiento. Para la realización de este apartado se ha tenido en cuenta la Norma 8.1-IC Señalización vertical y la Norma 8.2-IC Marcas viales de la Instrucción de Carreteras.

### 4.2.1 Señalización vertical y balizamiento

Tipología de señalización vertical y balizamiento de la propuesta de mejora	
<p><b>S-510</b> <b>Fin de poblado</b></p>  <p>Indica el lugar desde donde dejan de ser aplicables las normas de comportamiento en la circulación relativas a poblado.</p>	<p><b>S-500</b> <b>Entrada a poblado</b></p>  <p>Indica el lugar a partir del cual rigen las normas de comportamiento en la circulación relativas a poblado.</p>
<p><b>R-301 (40)</b> <b>Velocidad máxima</b></p>  <p>Prohibición de circular a velocidad superior, en kilómetros hora, a la indicada en la señal.</p>	<p><b>R-301 (50)</b> <b>Velocidad máxima</b></p>  <p>Prohibición de circular a velocidad superior, en kilómetros hora, a la indicada en la señal.</p>
<p><b>R-301 (60)</b> <b>Velocidad máxima</b></p>  <p>Prohibición de circular a velocidad superior, en kilómetros hora, a la indicada en la señal.</p>	<p><b>R-301 (70)</b> <b>Velocidad máxima</b></p>  <p>Prohibición de circular a velocidad superior, en kilómetros hora, a la indicada en la señal.</p>
<p><b>R-305</b> <b>Adelantamiento prohibido</b></p>  <p>Indica la prohibición a todos los vehículos de adelantar a los vehículos de motor que circulen por la calzada, salvo que éstos sean motocicletas de dos ruedas y siempre que no se invada la zona reservada al sentido contrario.</p>	<p><b>R-502</b> <b>Fin de la prohibición de adelantamiento</b></p>  <p>Señala el lugar desde donde deja de ser aplicable una anterior señal de "Adelantamiento prohibido".</p>

<p style="text-align: center;"><b>S-572</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Hito kilométrico en carretera convencional</b></p>  <p>Indica el punto kilométrico de una carretera convencional cuya identificación aparece en la parte superior sobre el fondo del color que corresponda a la red de carreteras a la que pertenezca.</p>	<p style="text-align: center;"><b>P-1</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Intersección con prioridad</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de una intersección con una vía, cuyos usuarios deben ceder el paso.</p>
<p style="text-align: center;"><b>P-13 a</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Curva peligrosa hacia la derecha</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de una curva peligrosa hacia la derecha.</p>	<p style="text-align: center;"><b>P-14 b</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Curvas peligrosas hacia la izquierda</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de una sucesión de curvas próximas entre sí; la primera, hacia la izquierda.</p>
<p style="text-align: center;"><b>P-15 a</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Resalto</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de un resalto en la vía.</p>	<p style="text-align: center;"><b>P-20</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Peatones</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.</p>
<p style="text-align: center;"><b>P-23</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Paso de animales domésticos</b></p>  <p>Peligro por la proximidad de un lugar donde frecuentemente la vía puede ser atravesada por animales domésticos.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Señal sin clasificar</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Inicio de término municipal</b></p>  <p>Inicio del término municipal de Chiva.</p>
<p style="text-align: center;"><b>S-220</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Preseñalización de direcciones hacia una</b></p>  <p>Indica, en una carretera convencional, las direcciones de los distintos ramales de la próxima intersección, cuando uno de ellos conduce a una carretera convencional.</p>	<p style="text-align: center;"><b>S-310</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Población de varios itinerarios</b></p>  <p>Indica las carreteras y poblaciones que se alcanzan en el sentido que indica la flecha.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Balizamiento</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Panel direccional simple corto</b></p>  <p>Dispositivo de balizamiento implantado con vistas a guiar y señalar a los usuarios un peligro puntual, mediante el cual se informa sobre el sentido de circulación.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Balizamiento</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Panel direccional doble corto</b></p>  <p>Dispositivo de balizamiento implantado con vistas a guiar y señalar a los usuarios un peligro puntual, mediante el cual se informa sobre el sentido de circulación.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Balizamiento</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Panel direccional triple corto</b></p>  <p>Dispositivo de balizamiento implantado con vistas a guiar y señalar a los usuarios un peligro puntual, mediante el cual se informa sobre el sentido de circulación.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Balizamiento</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Panel direccional triple largo</b></p>  <p>Dispositivo de balizamiento implantado con vistas a guiar y señalar a los usuarios un peligro puntual, mediante el cual se informa sobre el sentido de circulación.</p>

Balizamiento	
Panel vertical ó baliza plana	
	Indican el borde de la calzada, los límites de obras de fábrica u otros obstáculos en la vía.

A continuación se muestra un primer listado ordenado de todas las señales verticales y el balizamiento (sólo para obstáculos) a situar en el tramo de la propuesta de mejora. En la tabla se marca con una "x" cada elemento dependiendo de si la colocación es para el sentido de circulación decreciente o creciente de los PP.KK.

<b>Disposición de señalización vertical y balizamiento</b>
--

P.K.	Señal/ Balizamiento	Definición	Sentido decreciente	Sentido creciente
<b>0+540</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 40 km/h</b>		<b>x</b>
0+540	S-510	Fin de poblado (Turís)		x
0+540	S-500	Entrada a poblado (Turís)	x	
<b>0+580</b>	<b>P-20</b>	<b>Peatones (en travesía)</b>	<b>x</b>	
<b>0+580</b>	<b>P-15 a</b>	<b>Resalto (en travesía)</b>	<b>x</b>	
<b>0+580</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 40 km/h (en travesía)</b>	<b>x</b>	
1+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 1)		x
1+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 1)	x	
<b>1+030</b>	<b>P-13 a</b>	<b>Curva peligrosa hacia la derecha</b>		<b>x</b>
1+120	Baliza plana	Obstáculo permanente (desnivel exterior)	x	
1+450	R-305	Adelantamiento prohibido [Recuerde]	x	x
1+450	R-305	Adelantamiento prohibido [Recuerde]	x	x
<b>1+520</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 70 km/h</b>		<b>x</b>
<b>1+520</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 40 km/h</b>	<b>x</b>	
<b>1+850</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 50 km/h</b>		<b>x</b>
<b>1+850</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 70 km/h</b>	<b>x</b>	
1+905	Baliza plana	Obstáculo permanente (acequia exterior)	x	
2+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 2)		x
2+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 2)	x	
<b>2+150</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 40 km/h</b>		<b>x</b>
<b>2+150</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 50 km/h</b>	<b>x</b>	
2+700	R-502	Fin prohibición de adelantamiento		x
2+700	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
2+700	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
<b>2+740</b>	<b>P-1</b>	<b>Intersección con prioridad</b>		<b>x</b>
<b>2+770</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 60 km/h</b>		<b>x</b>
<b>2+770</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 40 km/h</b>	<b>x</b>	
<b>2+795</b>	<b>P-14 b</b>	<b>Curvas peligrosas hacia la izquierda [2 km]</b>	<b>x</b>	
<b>2+950</b>	<b>P-1</b>	<b>Intersección con prioridad</b>	<b>x</b>	
3+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 3)		x
3+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 3)	x	
<b>3+070</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 70 km/h</b>		<b>x</b>

<b>3+070</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 60 km/h</b>	<b>x</b>	
3+100	R-305	Adelantamiento prohibido		x
3+100	R-305	Adelantamiento prohibido		x
3+100	R-502	Fin prohibición de adelantamiento	x	
<b>3+120</b>	<b>P-1</b>	<b>Intersección con prioridad</b>		<b>x</b>
3+300	R-503	Fin prohibición de adelantamiento		x
3+300	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
3+300	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
<b>3+400</b>	<b>P-1</b>	<b>Intersección con prioridad</b>	<b>x</b>	
3+445	S-220	Preseñalización de direcciones hacia una carretera convencional		x
3+462	Baliza plana	Obstáculo permanente (acequia)		x
3+462	Baliza plana	Obstáculo permanente (acequia)	x	
<b>3+510</b>	<b>P-1</b>	<b>Intersección con prioridad</b>		<b>x</b>
<b>3+510</b>	<b>P-1</b>	<b>Intersección con prioridad</b>		<b>x</b>
3+580	R-305	Adelantamiento prohibido		x
3+580	R-305	Adelantamiento prohibido		x
3+580	R-503	Fin prohibición de adelantamiento	x	
<b>3+610</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 40 km/h</b>		<b>x</b>
<b>3+610</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 70 km/h</b>	<b>x</b>	
<b>3+655</b>	<b>P-23</b>	<b>Paso de animales domésticos</b>		<b>x</b>
3+685	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-424 Godella)	x	
3+685	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-421 Turís)	x	
3+685	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-424 Buñol)	x	
3+685	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-421 Turís)	x	
3+705	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-424 Buñol)		x
3+705	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-421 Chiva)		x
3+705	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-424 Godella)		x
3+705	S-310	Poblaciones de varios itinerarios (CV-421 Chiva)		x
<b>3+770</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 60 km/h</b>		<b>x</b>
<b>3+770</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 40 km/h</b>	<b>x</b>	
<b>3+750</b>	<b>P-23</b>	<b>Paso de animales domésticos</b>	<b>x</b>	
3+825	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
3+825	R-305	Adelantamiento prohibido	x	
<b>3+870</b>	<b>P-1</b>	<b>Intersección con prioridad</b>	<b>x</b>	
<b>3+870</b>	<b>P-1</b>	<b>Intersección con prioridad</b>	<b>x</b>	
<b>3+970</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 40 km/h</b>		<b>x</b>
<b>3+970</b>	<b>R-301</b>	<b>Velocidad máxima 60 km/h</b>	<b>x</b>	
3+955	S-220	Preseñalización de direcciones hacia una carretera convencional	x	
4+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 4)		x
4+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 4)	x	
4+305	Baliza plana	Obstáculo permanente (acequia)	x	
4+305	Baliza plana	Obstáculo permanente (acequia)		x

4+460	Baliza plana	Obstáculo permanente (desagüe)	x	
4+625	Baliza plana	Obstáculo permanente (escalón)	x	
4+625	Baliza plana	Obstáculo permanente (escalón)		x
5+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 5)		x
5+000	S-572	Hito km. en carretera convencional (km 5)	x	
5+090	Inico de T.M.	Término Municipal de Chiva		x
5+300	R-305	Adelantamiento prohibido [Recuerde]	x	x
5+300	R-305	Adelantamiento prohibido [Recuerde]	x	x

En el segundo listado se describen los paneles direccionales y su tipología, incluyendo su ubicación en el tramo.

Curva Circular	P.K. final (m)	P.K. aproximado del panel	Agrupado ambos sentidos	Nº de galones	Tipo sentido creciente	Tipo sentido decreciente	Nº por curva	Total en la curva
24 CI	575,339	558	Sí	2	doble	doble	1	2
28 CI	633,082	622	Sí	2	[simple]	simple	1	2
32 CI	678,265	670	Sí	2	simple	simple	1	2
36 CI	741,549	720	Sí	2	simple	doble	1	2
40 CI	796,019	770	Sí	2	simple	doble	1	2
44 CI	872,169	868	Sí	2	simple	doble	1	2
48 CI	984,338	964 / 984	Sí	2	doble	triple	2	4
52 CI	1131,346	1107 / 1131	Sí	2	doble	doble	2	4
56 CI	1260,671	1164 / 1196 / 1229 / 1261	Sí	2	doble	doble	4	8
60 CI	1315,784	1286 / 1316	Sí	2	simple	simple	2	4
64 CI	1433,598	1419	Sí	2	doble	doble	1	2
68 CI	1487,729	1480	Sí	2	[simple]	simple	1	2
72 CI	1937,845	1934	Sí	2	triple	triple	1	2
76 CI	2228,703	2209	Sí	2	triple	triple	1	2
80 CI	2281,466	2279	Sí	2	simple	doble	1	2
84 CI	2361,858	2358	Sí	2	simple	doble	1	2
88 CI	2435,438	2427 / 2435	Sí	2	simple	doble	2	4
92 CI	2536,970	2500 / 2530	Sí	2	doble	triple	2	4
96 CI	2697,443	2687	Sí	2	doble	doble	1	2
100 CI	3018,758	3010	Sí	2	triple	triple	1	2
102 CI	3453,010		-	2			0	0
104 CI	3463,602	3464	Sí	2	simple	simple	1	2
108 CI	3665,274	3575 / 3605 / 3635 / 3665	Sí	2	doble	doble	4	8
112 CI	3715,264	3710	Sí	2	simple	simple	1	2
116 CI	3832,321	3817	Sí	2	doble	doble	1	2
120 CI	3889,312	3882	Sí	2	[simple]	[simple]	1	2
124 CI	3957,852	3947	Sí	2	simple	simple	1	2
128 CI	4023,045	4018	Sí	2	simple	simple	1	2
132 CI	4131,393	4094 / 4113	Sí	4	triple	triple	2	4
134 CI	4144,129	4138	Sí	2	simple	simple	1	2
136 CI	4168,016	4156	Sí	2	simple	simple	1	2
140 CI	4275,469	4251	Sí	2	triple	triple	1	2
144 CI	4343,559	4328	Sí	2	doble	doble	1	2
148 CI	4461,616	4444	Sí	2	triple	doble	1	2
152 CI	4541,694	4527	Sí	2	doble	simple	1	2
156 CI	4618,778	4615	Sí	2	simple	simple	1	2

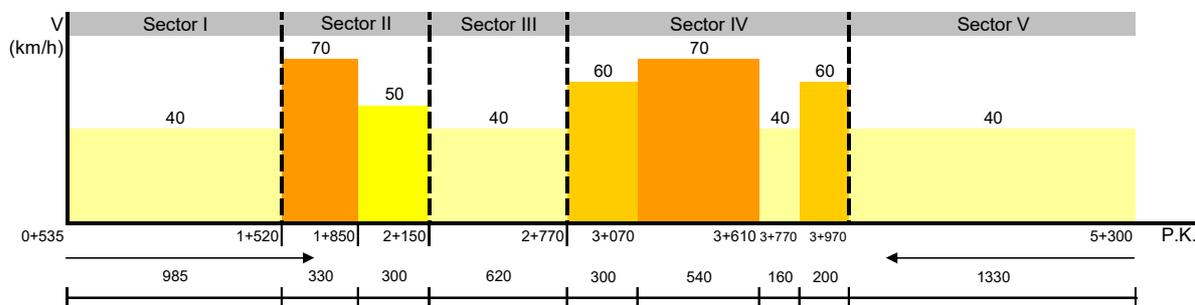
160 CI	4698,617	4681	Sí	2	simple	doble	1	2
164 CI	4770,168	4735 / 4752	Sí	2	simple	simple	2	4
168 CI	4847,760	4824 / 4847	Sí	2	doble	doble	2	4
172 CI	4915,473	4875 / 4905	Sí	2	simple	simple	2	4
176 CI	4985,166	4955 / 4970	Sí	2	doble	doble	2	4
180 CI	5027,086	5015	Sí	2	doble	doble	1	2
184 CI	5157,816	5143 / 5163	Sí	2	doble	triple	2	4
188 CI	5287,034	5281	Sí	2	triple	triple	1	2

Resumen de paneles direccionales	simple	doble	triple	total
Paneles direccionales de 2 galones	43	56	17	116
Paneles direccionales de 4 galones	0	0	4	4

Consideraciones a tener en cuenta en la señalización de la propuesta de mejora:

- Las nuevas limitaciones de velocidad se han dispuesto en función de las velocidades específicas de las curvas circulares del nuevo trazado. Según las velocidades calculadas se ha dividido el tramo en varios sectores, intentando en la medida de lo posible que las velocidades de la señalización y las calculadas en las alineaciones circulares sean relativamente cercanas. La visibilidad y la intersección de la CV-421 con la CV-424 también han sido factores a tener en cuenta. Además se ha dispuesto la señalización de manera que los sentidos creciente y decreciente tengan las mismas zonas de velocidad máxima permitida.

Velocidades máximas en la CV-421 en el sentido creciente/decreciente de los PP.KK.



Sector I: trazado sinuoso, curvas con  $V_e$  entre 25 y 59 km/h.

Sector II: zona con dos rectas unidas por una curva de  $R=80$  (aproximadamente en el P.K. 1+900).

Sector III: trazado sinuoso,  $V_e$  entre 30 y 46 km/h.

Sector IV: trazado con rectas y curvas más amplias, pero con intersección con la CV-424 en el P.K. 3+700 (límite de 40 km/h).

Sector V: trazado sinuoso, curvas con  $V_e$  entre 39 y 51 km/h.

- La señalización de adelantamiento prohibido y fin de prohibición de adelantamiento se ha colocado según las Distancias de Visibilidad Necesaria que establece la Norma 8.2-IC Marcas viales. En el apartado posterior *Marca viales* se podrá ver con más detalle.
- Se ha incluido una señal P13-a (curva peligrosa hacia la derecha) antes de la curva circular de menor radio (20 m) de la propuesta de mejora.
- Para la colocación de paneles direccionales se ha tenido en cuenta el artículo 8 de la Norma 8.1-IC Señalización vertical, adaptada a la señalización, geometría y condicionantes de la vía en la propuesta de mejora. Para una distribución y elección

de la tipología del panel (simple, doble o triple) más acorde con la vía, se ha tenido en cuenta las distancias entre curvas circulares en lugar de las distancias entre limitaciones de velocidad máxima. De lo contrario el artículo hubiese obligado a imponer más paneles triples (o una colocación de señales más frecuente) si la proximidad entre señales de velocidad no es cercana, suponiendo que los vehículos podrían llegar a velocidades de aproximación de 120 km/h cuando la geometría del tramo (de carácter sinuoso) lo impide. En el *Anejo de la Señalización y balizamiento* se detalla la elección de los paneles, en función de las velocidades de las curvas y de las limitaciones de velocidad, además de las inclinaciones de rampas y pendientes entre vértices del alzado. Su colocación se considerará agrupada para ambos sentidos de circulación (en el mismo P.K. aproximadamente) y todas las curvas contarán con al menos un panel.

- En un *Anejo* posterior se podrán ver las señales (también el balizamiento) que en la propuesta de mejora deben ser desmontadas y las que pueden conservarse en el mismo lugar según su ubicación. Si es posible se reutilizarán (previo desmontaje si es necesario) las señales del tramo actual para su posterior colocación en el trazado de la propuesta de mejora. De esta manera sólo deberán adquirirse nuevas señales si no existen unidades suficientes entre las reutilizadas. En la tabla siguiente se puede ver el balance de unidades del tramo actual y la propuesta de mejora.

Balance de unidades de señales y balizamiento en el tramo de la CV-421					
		Señales actuales	Señales mejora	Señales recuperadas	Señales nuevas
P-1	Intersección con prioridad	4	8	4	4
P-1 a	Intersección con prioridad sobre vía a la derecha	2	0		
P-1 b	Intersección con prioridad sobre vía a la izquierda	2	0		
P-13 a	Curva peligrosa hacia la derecha	0	1		1
P-14 b	Curvas peligrosas hacia la izquierda	1	1	1	
P-23	Paso de animales domésticos	2	2	2	
R-301	Velocidad máxima 40 km/h	4	7	4	3
R-301	Velocidad máxima 50 km/h	0	2		2
R-301	Velocidad máxima 60 km/h	5	4	4	
R-301	Velocidad máxima 70 km/h	1	4	1	3
R-305	Adelantamiento prohibido	16	16	16	
R-500	Fin de prohibiciones	1	0		
R-502	Fin prohibición de adelantamiento	5	4	4	
S-572	Hito km. en carretera convencional (km)	10	10	10	
Panel direccional corto	Dos galones - Simple - Giro	79	43	43	
Panel direccional corto	Dos galones - Doble - Giro	0	56		56
Panel direccional corto	Dos galones - Triple - Giro	0	17		17
Panel doble direccional largo	Cuatro Galones - Doble - Giro	1	0		
Panel triple direccional largo	Cuatro Galones - Triple - Giro	0	4		4
Baliza plana	Obstáculo permanente	9	9	9	
Señal de inicio de T.M.	Término Municipal de Chiva	1	1	1	
S-220 (3+505)	Preseñalización de direcciones hacia una carretera convencional	1	1	1	
S-220 (3+990)	Preseñalización de direcciones hacia una carretera convencional	1	1	1	
		145	191	101	90

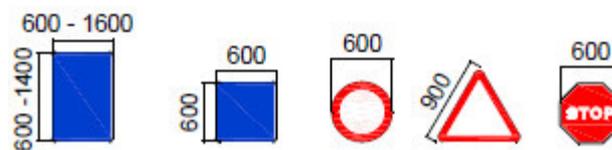
- La clase de retrorreflectancia de las señales de nueva adquisición será como mínimo RA2 para una carretera convencional, según indica la Norma 8.1-IC (ver tabla 1).

TABLA 1. CLASE DE DE RETRORREFLEXIÓN MÍNIMA EN SEÑALES Y CARTELES

TIPO DE SEÑAL O CARTEL	ENTORNO DE UBICACIÓN DE LA SEÑAL O CARTEL		
	ZONA PERIURBANA (Travesías, circunvalaciones...)	AUTOPISTA AUTOVÍA Y ANTIGUAS VÍAS RÁPIDAS	CARRETERA CONVENCIONAL
SEÑALES DE CONTENIDO FIJO	Clase RA2	Clase RA2	Clase RA2
CARTELES	Clase RA3	Clase RA3	Clase RA2

- Las dimensiones de las señales para una carretera convencional sin arcén también serán las indicadas en la Norma 8.1-IC.

#### Carretera convencional sin arcén

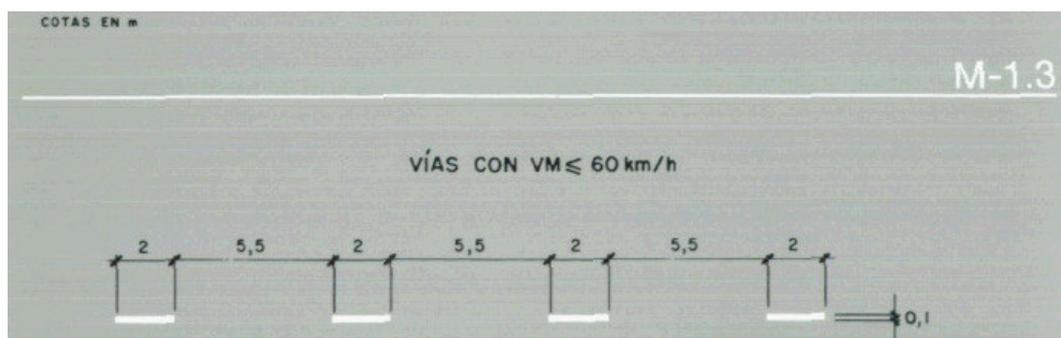


cotas en mm

#### 4.2.1 Marcas viales

Los tipos de marcas viales en la propuesta de mejora seguirán los criterios de la Norma 8.2-IC de la Instrucción de Carreteras:

- Separación de carriles normales: dado que el tramo tiene una velocidad de proyecto de 40 km/h y las velocidades máximas permitidas oscilan entre los 40 km/h y 70 km/h, siendo las más frecuentes las que están por debajo de 60 km/h, se opta por las marcas M-1.3 del artículo 3.1.1 de la Norma 8.2-IC.



- Para borde de calzada: marca longitudinal continua como norma general según los siguientes criterios del artículo 3.1.7 de la Norma 8.2-IC.

c) *Optativamente la línea longitudinal discontinua podrá utilizarse como alternativa de la línea continua, en vía cuyo arcén tenga una anchura menor de 1,5 m, con las excepciones siguientes:*

1. *En el borde exterior de una curva - o serie de curvas - avisada por una señal vertical.*

3. Antes y después del borde discontinuo en una intersección o acceso, con objeto de precisar su situación.

Nota: la anchura de la marca vial no se contará en la de la calzada.

- Separación de sentidos en calzada de dos carriles: para delimitar las zonas de prohibido adelantar con marca longitudinal continua, se seguirá el criterio del artículo 3.2.2 de la Norma 8.2-IC.

*Prohibición del adelantamiento por no disponerse de la visibilidad necesaria para completarlo, una vez iniciado, o para desistir de él.*

**TABLA 2**

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD NECESARIA (DVN) PARA FINALIZAR LA MARCA CONTINUA DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO EN VIAS DE NUEVO TRAZADO**

Velocidad máxima (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
DVN (m)	145	180	225	265	310	355	395

**TABLA 3**

**DISTANCIA DESEABLE ENTRE DOS MARCAS CONTINUAS DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO EN VIAS DE NUEVO TRAZADO**

Velocidad máxima (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
DVN (m)	160	200	245	290	340	385	435

En los casos en que la marca longitudinal continua se utilice por la falta de visibilidad para adelantamiento, se iniciará cuando la distancia de visibilidad disponible sea inferior a la necesaria indicada en la tabla 2 en función de la velocidad permitida VM. La marca continua finalizará en el punto en que se vuelva a disponer de una distancia de visibilidad igual a la dada por la tabla 2.

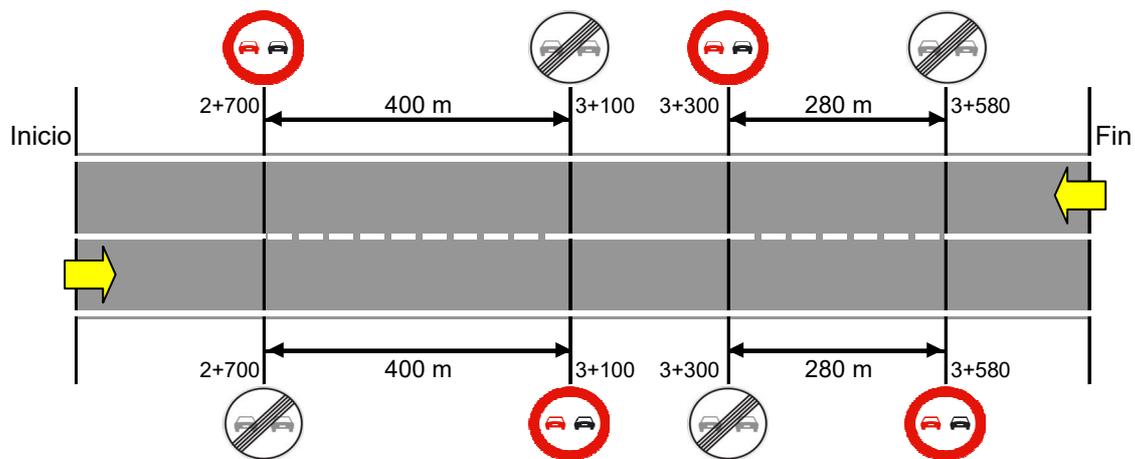
En los cálculos de la visibilidad el observador y el obstáculo deberán colocarse a 1,2 m de altura sobre el pavimento, a 1 m del borde interior de su carril. Para la realización de los cálculos de visibilidad se ha utilizado el informe de visibilidad del programa informático Clip, configurado para las nuevas alturas citadas anteriormente y para cada VM (40, 50, 60 y 70 km/h) establecida en el tramo. Los resultados completos podrán verse en un *Anejo* posterior, con las visibilidades disponibles cada 20 m en función de la velocidad.

Junto a los resultados obtenidos de visibilidades, se ha tenido en cuenta la geometría del tramo para evitar zonas de adelantamiento en sectores sinuosos pese a que los cálculos de visibilidad podrían permitirlo. La intersección de la CV-421 con la CV-424 ha sido otro factor limitante por su peligrosidad potencial, evitando la prohibición del adelantamiento en la parte en la que se sitúa y en su zona de influencia anterior o posterior.

Teniendo en cuenta lo expuesto, los intervalos de línea continua y discontinua quedarían de la siguiente manera:

<b>Separación de sentidos en calzada de 2 carriles</b>	
PP.KK. 0+535 a 2+700	marca longitudinal continua
PP.KK. 2+700 a 3+100	marca longitudinal discontinua
PP.KK. 3+100 a 3+300	marca longitudinal continua
PP.KK. 3+300 a 3+580	marca longitudinal discontinua
PP.KK. 3+580 a 5+300	marca longitudinal continua

Esquema de la separación de sentidos en la calzada desde el inicio hasta el fin del  
trazado incluyendo las señales que regulan el adelantamiento:



### 4.3 SISTEMAS DE CONTENCIÓN

#### Barreras de seguridad

Para establecer los sistemas de contención de la mejora del trazado del tramo comprendido entre 0+535 y 5+300 de la carretera CV-421, se ha tenido en cuenta la Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.

Los criterios a seguir para la elección y colocación de la barrera de seguridad han sido los siguientes:

TABLA 1. DISTANCIA (m) DEL BORDE EXTERIOR DE LA MARCA VIAL A UN OBSTÁCULO O DESNIVEL, POR DEBAJO DE LA CUAL SE CONSIDERA QUE EXISTE RIESGO DE ACCIDENTE, SEGÚN LA GRAVEDAD DEL MISMO.

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE ALINEACIÓN	TALUD <sup>(1)</sup> TRANSVERSAL DEL MARGEN <sup>(2)</sup> Horizontal:Vertical	RIESGO DE ACCIDENTE	
			GRAVE O MUY GRAVE	NORMAL
CARRETERAS DE CALZADA ÚNICA	Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1 500 m	> 8:1	7,5	4,5
		8:1 a 5:1	9	6
		< 5:1	12	8
	Lado exterior de una curva de radio < 1 500 m	> 8:1	12	10
		8:1 a 5:1	14	12
		< 5:1	16	14
CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS	Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1 500 m	> 8:1	10	6
		8:1 a 5:1	12	8
		< 5:1	14	10
	Lado exterior de una curva de radio < 1 500 m	> 8:1	12	10
		8:1 a 5:1	14	12
		< 5:1	16	14

<sup>(1)</sup>: en todo el texto de estas recomendaciones los taludes transversales del margen se expresan mediante la relación "horizontal:vertical".

<sup>(2)</sup>: entre el borde exterior de la marca vial y el obstáculo o desnivel. Los valores indicados corresponden a una pendiente transversal, es decir, donde la cota del margen disminuya al alejarse de la calzada; para el caso opuesto (rampa transversal) se emplearán los límites dados para un talud transversal > 8:1. La rampa transversal podrá incluir una cuneta, siempre que sus taludes sean más tendidos que 5:1. En todo caso los cambios de inclinación transversal se suavizarán, particularmente para valores < 5:1.

- En carreteras de calzada única con pendientes transversales inferiores a 5/1, pero con distancias de 14 o 10 m según el tipo de alineación, se tiene un riesgo de accidente normal.

TABLA 6. SELECCIÓN DEL NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO PARA SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS, SEGÚN EL RIESGO DE ACCIDENTE.

RIESGO DE ACCIDENTE <sup>(1)</sup>	IMD o IMD <sub>p</sub> POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO	
		BARRERAS	PRETILES
MUY GRAVE	IMD <sub>p</sub> ≥ 5000	H3 – H4b	H4b
	5000 > IMD <sub>p</sub> ≥ 2000	H2 – H3	H4b
	IMD <sub>p</sub> < 2000	H2	H3
GRAVE	IMD ≥ 10000	H1 – H2	H3
	IMD <sub>p</sub> ≥ 2000	H2	H3
	400 ≤ IMD <sub>p</sub> < 2000	H1	H2
	IMD <sub>p</sub> < 400	N2 – H1	H1 – H2
NORMAL	IMD <sub>p</sub> ≥ 2000	H1	H1 – H2
	400 ≤ IMD <sub>p</sub> < 2000	N2 – H1	H1
	IMD <sub>p</sub> < 400	N2	N2 – H1
	IMD <sub>p</sub> < 50 y V <sub>p</sub> ≤ 80 km/h	N1 – N2	N2

<sup>(1)</sup> Definición del riesgo de accidente según Apartado 2.2 "Criterios de instalación" del Capítulo 2.

- Con un riesgo de accidente normal y una IMD<sub>p</sub> que se estima en 150 vehículos pesados/día (mismo valor que el utilizado en la sección de firme), el nivel de contención recomendado para las barreras es N2.

TABLA 7. DISTANCIA TRANSVERSAL AL OBSTÁCULO ( $d_o$ ) Y CLASE DE ANCHURA DE TRABAJO (UNE-EN 1317).

DISTANCIA AL OBSTÁCULO, $d_o$ (m)	CLASE DE ANCHURA DE TRABAJO NECESARIA
$d_o \leq 0,6$	W1
$0,6 < d_o \leq 0,8$	W2 a W1
$0,8 < d_o \leq 1,0$	W3 a W1
$1,0 < d_o \leq 1,3$	W4 a W1
$1,3 < d_o \leq 1,7$	W5 a W1
$1,7 < d_o \leq 2,1$	W6 a W1
$2,1 < d_o \leq 2,5$	W7 a W1

- Las distancias entre las barreras de seguridad y obstáculos o desniveles puede considerarse en muchos casos pequeña, por lo tanto se optará por anchuras de trabajo reducidas W1.

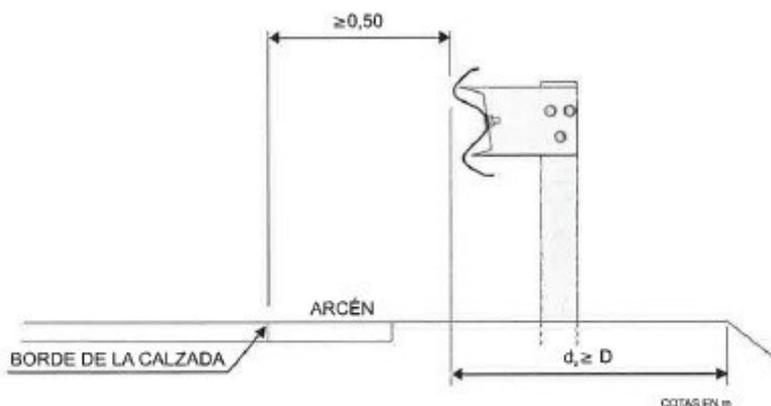


FIGURA 11. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS Y UN DESNIVEL ( $d_n$ ).

Las barreras de seguridad empleadas en la CV-421 actualmente, tienen como principal objetivo contener el vehículo frente a desniveles. Con este fin se han dispuesto también para la propuesta de mejora, tratando de ampliar su longitud y anticipando su colocación respecto a peligros en la medida de lo posible. De esta manera las recomendaciones a seguir son las siguientes.

- Cuando una barrera pretende evitar un desnivel o un obstáculo de grandes dimensiones (conjuntos de árboles, desmontes, edificaciones, estructuras), se recomienda iniciar el sistema de contención a una distancia mínima ( $L_r$ ) anterior a la sección en la que se inicia el obstáculo o desnivel: figura 5 y tabla 10 de la Orden Circular 35/2014.

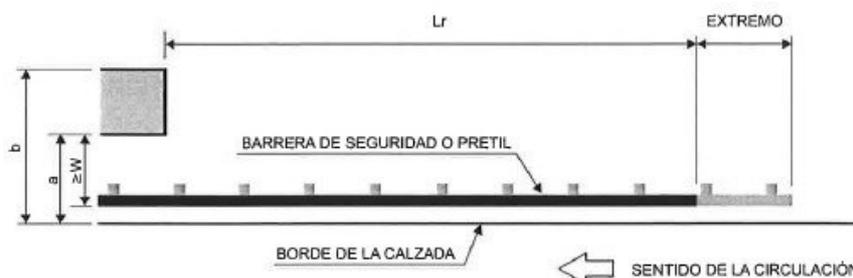


FIGURA 5. LONGITUD DE ANTICIPACIÓN  $L_r$ .

TABLA 10. DISTANCIA MÍNIMA  $L_m$  (m) DEL COMIENZO DE LA BARRERA DE SEGURIDAD O PRETIL A LA SECCIÓN EN QUE RESULTA ESTRICTAMENTE NECESARIA.

DISTANCIA TRANSVERSAL A UN OBSTÁCULO O DESNIVEL		TIPO DE CARRETERA	
		CALZADA ÚNICA	CALZADAS SEPARADAS
$a < 2$ m	b cualquiera	100	140
$a \geq 2$ m	$b \leq 4$ m	64	84
	$4 \text{ m} < b \leq 6 \text{ m}$	72	92
	$b > 6$ m	80	100

- Cuando un sistema de contención de vehículos paralelo a la carretera tenga por objeto evitar que un vehículo alcance un obstáculo alzado, se recomienda iniciar el sistema antes de la sección en la que se encuentra el obstáculo aislado, a una distancia mínima ( $L_m$ ) sin contar el extremo: figura 7 y tabla 12 de la Orden Circular 35/2014.

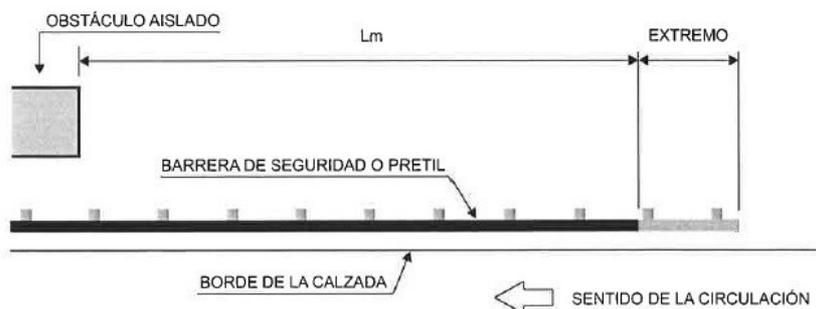


FIGURA 7. LONGITUD DE ANTICIPACIÓN  $L_m$ .

TABLA 12. LONGITUD MÍNIMA  $L_m$  (m).

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	LONGITUD MÍNIMA $L_m$ (m)
$\leq 70$	28
70 a 100	48
$> 100$	60

- En carreteras de calzada única, la prolongación de la terminación del sistema de contención de vehículos para un sentido de circulación, deberá ser igual en longitud a la de anticipación de su comienzo para el sentido contrario: figura 8 de la Orden Circular 35/2014.

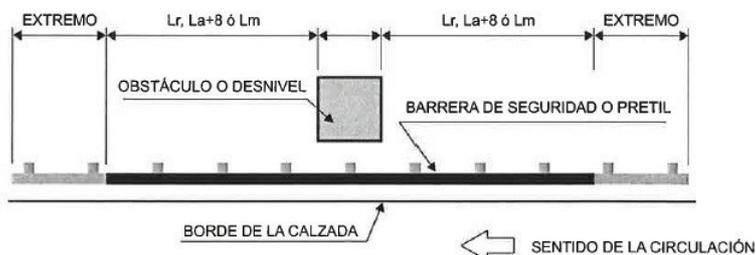


FIGURA 8. PROLONGACIÓN DE LA TERMINACIÓN EN LAS CARRETERAS DE CALZADA ÚNICA O EN CALZADAS CON CARRILES REVERSIBLES.

- Los extremos de las barreras de seguridad se dispondrán con abatimiento hasta el terreno.

### Sistemas para protección de motociclistas

Los Sistemas para protección de motociclistas (a partir de ahora, SPM) se dispondrán en el propuesta de mejora según los criterios de la Orden Circular 35/2014. Aunque también se optará por ampliar los mínimos establecidos por la normativa si se considera recomendable, con el fin de mejorar la seguridad. Los criterios básicos de la Orden Circular 35/2014 con incidencia en el tramo estudiado de la CV-421 son los siguientes:

- En carreteras interurbanas y periurbanas con velocidad máxima permitida igual o superior a 60 km/h en la alineación correspondiente, estará justificado el empleo de SPM de tipo continuo cuando en los márgenes haya obstáculos o desniveles próximos al borde de la calzada (distancia inferior a la indicada en la tabla 1), y simultáneamente se de alguna de las configuraciones siguientes:
  - En el lado exterior de las alineaciones curvas en las que la velocidad específica se inferior en más de 30 km/h a la máxima permitida en la alineación inmediatamente anterior.
  - En el lado exterior de las alineaciones curvas de radio inferior al indicado en la tabla 13 en función del tipo de carretera.
  - Con carácter excepcional y por cuestiones relativas a la explotación o derivados de una mejora de la seguridad vial (potencia siniestralidad), en carreteras interurbanas y periurbanas con velocidad máxima permitida inferior a 60 km/h y configuraciones semejantes a las indicadas en los párrafos anteriores, podrá emplearse un sistema de protección de motociclistas de tipo continuo.
  - Salvo expresa justificación en contrario, no se emplearán sistemas para protección de motociclistas de ningún tipo cuando en los márgenes no existan obstáculos o desniveles próximos al borde de la calzada.

El tramo estudiado de la CV-421 cuenta con una distribución de SPM amplia, la cual cubre la mayoría de barreras de seguridad. No obstante, el objetivo de la propuesta de mejora es ampliar la disposición actual, cubriendo las pocas zonas del trazado en las que todavía no se montado (inicio del tramo estudiado). Los SPM serán de tipo continuo, teniendo en cuenta que su colocación no es posible en curvas circulares de radio inferior a 50 m (tampoco en los extremos abatidos de las barreras).

A continuación se muestra un listado con la ubicación de los sistemas de contención de la propuesta de mejora, ordenados de menor a mayor P.K. Cada sistema de protección colocado está agrupado bajo un mismo cuadro y código, incluyendo además si tiene añadido SPM. En la propuesta de mejora se tendrá en cuenta la posibilidad de reutilización de las barreras de seguridad y SPM actuales, previo desmontaje y posterior montaje según la nueva plataforma del nuevo trazado.

Disposición de sistemas de contención				
P.K.	Sistema de contención	Identificación	Margen en el sentido creciente de los PP.KK.	Medición (m)
0+500	Inicio de barrera de seguridad	IBS 01	Derecho	
0+520	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 01	Derecho	
0+605	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 01	Derecho	85
0+610	Fin de barrera de seguridad	FBS 01	Derecho	110
0+615	Inicio de barrera de seguridad	IBS 02	Derecho	
0+620	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 02	Derecho	
0+760	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 02	Derecho	140
0+765	Fin de barrera de seguridad	FBS 02	Derecho	150

0+785	Inicio de barrera de seguridad	IBS 03	Derecho	
0+790	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 03	Derecho	
0+833	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 03	Derecho	43
0+900	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 03 B	Derecho	
0+940	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 03 B	Derecho	40
0+945	Fin de barrera de seguridad	FBS 03	Derecho	160
0+960	Inicio de barrera de seguridad	IBS 04	Derecho	
0+965	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 04	Derecho	
1+045	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 04	Derecho	80
1+050	Fin de barrera de seguridad	FBS 04	Derecho	90
1+065	Inicio de barrera de seguridad	IBS 05	Derecho	
1+152	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 05	Derecho	
1+395	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 05	Derecho	243
1+400	Fin de barrera de seguridad	FBS 05	Derecho	335
2+465	Inicio de barrera de seguridad	IBS 06	Derecho	
2+470	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 06	Derecho	
2+575	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 06	Derecho	105
2+580	Fin de barrera de seguridad	FBS 06	Derecho	115
4+045	Inicio de barrera de seguridad	IBS 07	Derecho	
4+050	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 07	Derecho	
4+120	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 07	Derecho	70
4+125	Fin de barrera de seguridad	FBS 07	Derecho	80
4+133	Inicio de barrera de seguridad	IBS 08	Derecho	
4+138	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 08	Derecho	
4+195	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 08	Derecho	57
4+200	Fin de barrera de seguridad	IBS 08	Derecho	67
4+312	Inicio de barrera de seguridad	IBS 09	Derecho	
4+485	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 09	Derecho	
4+570	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 09	Derecho	85
4+575	Fin de barrera de seguridad	FBS 09	Derecho	263
4+580	Inicio de barrera de seguridad	IBS 09 B	Derecho	
4+585	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 09 B	Derecho	
4+618	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 09 B	Derecho	33
4+623	Fin de barrera de seguridad	FBS 09 B	Derecho	43
4+700	Inicio de barrera de seguridad	IBS 10	Derecho	
4+705	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 10	Derecho	
4+855	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 10	Derecho	150
4+860	Fin de barrera de seguridad	FBS 10	Derecho	160
4+920	Inicio de barrera de seguridad	IBS 11	Derecho	
4+925	Inicio de sistemas de protección motociclistas	ISPM 11	Derecho	
4+995	Fin de sistemas de protección motociclistas	FSPM 11	Derecho	70
5+000	Fin de barrera de seguridad	FBS 11	Derecho	80

SPM	1201
Barrera de seguridad	1653

	Actual	Mejora	Balance
SPM	907	1201	294
Barrera de seguridad	1578	1653	75

#### 4.4 ESTIMACIÓN ECONÓMICA

Código	Unidad	Descripción de las unidades de obra	Precio (€)	Precio medición (€)
<b>01</b>		<b>EXPLANACIONES</b>		
<b>01.01</b>		<b>DEMOLICIONES</b>		
01.01.03	m3	Demolición de fábrica hormigón en masa i/ desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	29,630	
			Medición	
	m	Longitud	210,000	
	m	Ancho	0,150	
	m	Altura	1,000	
	m3	Volumen	31,500	933,35
01.01.04	m2	Demolición de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor i/ bajas por rendimiento por paso de vehículos, demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación, desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	3,850	
			Medición	
	m	Longitud	4765,000	
	m	Ancho medio	2,735	
	m2	Superficie	13032,275	50174,26
01.01.05	m3	Demolición de fábrica de mampostería i/ desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	24,490	
			Medición	
	m	Longitud	210,000	
	m	Ancho medio	0,500	
	m	Altura Media	3,300	
	m3	Volumen	346,500	8485,79
01.01.13	m	Levantamiento de barrera metálica bionda i/ desmontaje, arranque de postes, demolición, desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	5,000	
			Medición	
	m	Longitud barrera de seguridad existente	1578,000	7890,00
<b>01.02</b>		<b>DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO</b>		
01.02.01	m2	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/o destocoado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	0,580	
			Medición	
	m	Longitud	4765,000	
	m	Ancho	6,300	
	m2	Superficie	30019,500	17411,31

01.03 EXCAVACIONES

01.03.01	m3	Excavación de tierra vegetal i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los cánones de ocupación.	1,980	
			Medición	
	m3	Volumen (programa informático Clip)	12392,000	24536,16

01.03.02	m3	Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos (tipo excavadora o similar) sin explosivos i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación, y perfilado de cunetas, refino de taludes, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia.	1,950	
			Medición	
	m3	Volumen (programa informático Clip)	13689,000	26693,55

01.04 RELLENOS

01.04.01	m3	Terraplén, pedraplén o relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, i/ extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refino de taludes totalmente terminado.	1,090	
			Medición	
	m3	Volumen (programa informático Clip)	1675,000	1825,75

01.04.05	m3	Suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para formación de explanada en coronación de terraplén y en fondo de desmonte i/ canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación y refino de taludes.	6,670	
			Medición	
	m	Longitud explanada categoría E2 y suelo tolerable	4765,000	
	m	Ancho explanada categoría E2 y suelo tolerable	6,300	
	m	Altura explanada categoría E2 y suelo tolerable	0,750	
	m3	Volumen explanada categoría E2 y suelo tolerable	22514,625	150172,55

<b>04</b>		<b>GEOTECNIA</b>			
04.03		INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS			
04.03.11		ENSAYOS DE CARGA CON PLACA			
04.03.11.01	ud	Ensayos de carga de terrenos con placa circular, de superficie superior a 700 cm <sup>2</sup> , con o sin alargaderas i/ medios de reacción e informe bajo dirección "in situ" de técnico experto UNE 103808.	515,000		
			Medición		
	ud	Nº de ensayos	1,000		515,00
04.03.16		ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS			
04.03.16.09	ud	Ensayo de colapso de suelos, para condiciones de ensayo definidas en el apartado 330.4.4.1 del PG-3 (i/ curvas) , UNE 103406.	100,000		
			Medición		
	ud	Nº de ensayos	1,000		100,00
<b>05</b>		<b>FIRMES</b>			
05.01		CAPAS GRANULARES			
05.01.01	m3	Zahorra artificial i/ transporte, extensión y compactación, medido sobre perfil teórico.	18,190		
			Medición		
	m3	Volumen programa informático Clip (0,20 + 0,15 m)	11620,542		211377,66
05.03		RIEGOS ASFÁLTICOS			
05.03.03	t	Emulsión C60B4 ADH en riegos de adherencia i/ el barrido y la preparación de la superficie, totalmente terminado.	369,700		
			Medición		
	m	Longitud	4765,000		
	m	Ancho	6,200		
	m <sup>2</sup>	Superficie	29543,000		
	t/m <sup>2</sup>	Densidad	0,0005		
	t	Cantidad entre las capas base e intermedia	14,772		
	t	Cantidad entre las capas intermedia y rodadura	14,772		
	t	Cantidad total	29,544		10922,42
05.03.031	t	Emulsión C60B4 CUR en riegos de curado i/ el barrido y la preparación de la superficie, totalmente terminado.	369,700		
			Medición		
	m	Longitud	4765,000		
	m	Ancho	6,200		
	m <sup>2</sup>	Superficie	29543,000		
	t/m <sup>2</sup>	Densidad	0,0003		
	t	Cantidad sobre la capa de rodadura	8,863		3276,65

05.03.10	t	Emulsión C50BF5 IMP en riego de imprimación, barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.	356,970	
			Medición	
	m	Longitud	4765,000	
	m	Ancho	6,200	
	m2	Superficie	29543,000	
	t/m2	Densidad	0,001	
	t	Cantidad entre las capas de zahorra y base	29,543	10545,96

#### 05.04 MEZCLAS BITUMINOSAS

05.04.01	t	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 Surf S (S-12 Rodadura), excepto betún y polvo mineral, totalmente extendida y compactada.	26,500	
			Medición	
	t	Medición programa informático Clip (0,05 m)	3424,990	90762,24

05.04.05	t	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 Bin S (S-20 Intermedia), excepto betún y polvo mineral, totalmente extendida y compactada.	26,440	
			Medición	
	t	Medición programa informático Clip (0,06 m)	4360,295	115286,20

05.04.08	t	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 Base S (S-25 Base), excepto betún y polvo mineral, totalmente extendida y compactada.	26,460	
			Medición	
	t	Medición programa informático Clip (0,09 m)	6612,723	174972,65

#### 05.07 BETUNES

05.07.03	t	Betún asfáltico en mezclas bituminosas 50/70 (B 60/70).	440,000	
			Medición	
	t	Rodadura: dotación 4,5% sobre el total de la mezcla	154,125	
	t	Intermedia: dotación 4% sobre el total de la mezcla	174,412	
	t	Base: dotación 4% sobre el total de la mezcla	264,509	
			593,045	260939,92

#### 05.08 POLVO MINERAL

05.08.01	t	Polvo mineral o carbonato (tricalsa o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta.	49,270	
			Medición	
	t	Rodadura: dotación 4,5% sobre el total de la mezcla	154,125	
	t	Intermedia: dotación 4% sobre el total de la mezcla	174,412	
	t	Base: dotación 4% sobre el total de la mezcla	264,509	
			593,045	29219,34

**07 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS****07.01 SEÑALIZACIÓN VERTICAL**

07.01.001		Desmontaje de señales verticales y retirada de poste de sustentación i/ reposición de zona de hincado, con medios mecánicos y carga sobre camión.	17,470	
			Medición	
	ud	Nº de señales desmontadas y retiradas	44,000	768,68

07.01.002	ud	Desmontaje de señales verticales y posterior colocación en otra zona i/ hincado al suelo, con medios mecánicos y carga sobre camión.	23,420	
			Medición	
	ud	Nº de señales desmontadas y montadas de nuevo	101,000	2365,42

07.01.041	ud	Señal triangular de 90 cm de lado, retrorreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigón i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	66,860	
			Medición	
	ud	Nº de señales triangulares nuevas	5,000	334,30

07.01.10	ud	Señal circular de 60 cm de diámetro, retrorreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigón i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	125,100	
			Medición	
	ud	Nº de señales circulares nuevas	8,000	1000,80

**07.02 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL**

07.02.01	m	Marca vial de tipo II (RR), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho i/ preparación de la superficie y premarcaje (medida la longitud realmente pintada).	0,530	
			Medición	
	m	Ambos bordes de la calzada (línea continua)	9530,000	
	m	Separación de carriles (línea continua)	4085,000	
	m	Separación de carriles (línea discontinua)	181,330	
			13796,330	7312,05

07.03		BALIZAMIENTO	
07.03.16	ud	Panel direccional triple de 160x40 cm y clase RA2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte al lugar de empleo.	345,080
			Medición
	ud	Nº de paneles direccionales triples nuevos	4,000 1380,32
07.03.18	ud	Panel direccional doble de 80x40 cm y clase RA2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte al lugar de empleo.	150,370
			Medición
	ud	Nº de paneles direccionales dobles nuevos	56,000 8420,72
07.03.19	ud	Panel direccional triple de 80x40 cm y clase RA2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte al lugar de empleo.	206,680
			Medición
	ud	Nº de paneles direccionales triples nuevos	17,000 3513,56
07.04		DEFENSAS	
07.04.06	m	Barrera de seguridad simple, con nivel de contención N2, anchura de trabajo W3 o inferior, deflexión dinámica 0,70 m o inferior, índice de severidad A i/ captafaros, postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, totalmente instalada. Nota: se medirá la transición o abatimiento como longitud de barrera (incluir en PPTP).	32,990
			Medición
	m	Longitud de barrera de seguridad nueva	75,000 2474,25
07.04.11	m	Sistema para protección de motociclistas (SPM) para barrera de seguridad con nivel de contención N2 y anchura de trabajo W4 o inferior, i/ sujeción a postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, totalmente instalada sobre barrera.	25,590
			Medición
	m	Longitud de SPM nueva	294,000 7523,46
07.04.21	m	Montaje de barrera de seguridad simple, i/ postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, totalmente instalada. Nota: se medirá la transición o abatimiento como longitud de barrera (incluir en PPTP).	11,900
			Medición
	m	Longitud de barrera de seguridad reutilizada	1578,000 18778,20
07.04.22	m	Montaje de sistema para protección de motociclistas (SPM) en barrera de seguridad, i/ sujeción a postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, totalmente instalada sobre barrera.	9,990
			Medición
	m	Longitud de SPM reutilizada	907,000 9060,93

Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	1231134,31
17% de Gastos Generales (GG)	209292,83
6% de Beneficio Industrial (BI)	73868,06
PEM + GG + BI	1514295,20
Presupuesto sin IVA	1514295,20
21% de IVA	318001,99
Presupuesto Base de Licitación (PBL)	<b>1832297</b>

El Presupuesto Base de Licitación (PBL) asciende a la cantidad de UN MILLÓN OCHOCIENTOS TREINTA Y DOS MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE euros.

## BIBLIOGRAFÍA

- Temas de la asignatura *Ingeniería de Tráfico* de la titulación *Grado en Ingeniería de Obras Públicas*.
- Temas de la asignatura *Caminos y Aeropuertos* de la titulación *Ingeniero Técnico de Obras Públicas*.
- Temas de la asignatura *Firmes* de la titulación *Ingeniero Técnico de Obras Públicas*.
- Norma 3.1-I.C Trazado*, de la Instrucción de Carreteras (BOE, 2 de febrero de 2000).
- Norma 3.1-I.C Trazado*, de la Instrucción de Carreteras (BOE, 4 de marzo de 2016).
- Norma 5.2-I.C Drenaje Superficial*, de la Instrucción de Carreteras (BOE, 15 de febrero de 2016).
- Norma 6.1-I.C Secciones de firme*, de la Instrucción de Carreteras (BOE, 12 de diciembre de 2003).
- Norma 8.1-I.C Señalización vertical*, de la Instrucción de Carreteras (BOE, 20 de marzo de 2014).
- Norma 8.2-I.C Marcas viales*, de la Instrucción de Carreteras (Orden Ministerial de 16 de julio de 1987).
- Orden Circular 35/2014 sobre Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos* (19 de mayo de 2014).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), parte 5ª Firmes* (Ministerio de Fomento).
- Orden Circular 37/2016, Base de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras* (enero de 2016).
- Cuadro de precios unitarios, Señalización vertical y horizontal de tráfico en las vías y caminos del T.M. de Valencia* (febrero de 2014).
- Normas y señales reguladoras de la circulación*, Dirección General de Tráfico (Edición de 2015).
- Código de Tráfico y Seguridad Vial*, Ministerio del Interior-Dirección General de Tráfico (BOE, 22 de mayo de 2014).
- Reglamento General de Circulación* (Real Decreto 1428/2003).
- Microdatos y registros de accidentes en tramos de carretera* (Dirección General de Tráfico).
- Libro de Aforos 2014*, Área de Carreteras de la Diputación de Valencia.
- Mapa Geológico de España E. 1:50.000 (Cheste, hoja 721 28-28)*.

- Manual de instrucciones del programa Clip*, TOOL S.A. (mayo de 2013).
- Highway Capacity Manual 2010 (Transportation Research Board of the National Academies of Science*, Estados Unidos).
- Aplicación informática *Google Earth*.
- Página web del Instituto Geográfico Nacional ([www.ign.es](http://www.ign.es)).
- Página web del Instituto Nacional de Estadística ([www.ine.es](http://www.ine.es)).
- Página web de la Diputación de Valencia ([www.dival.es](http://www.dival.es)).
- Página web del Ayuntamiento de Turís ([www.turis.es](http://www.turis.es)).
- Página web del Ayuntamiento de Godella ([www.godelleta.es](http://www.godelleta.es)).
- Página web de AVAMET (*Associació Valenciana de Meteorologia*, [www.avamet.org](http://www.avamet.org)).
- Página web *Wikipedia* (<https://es.wikipedia.org>).