



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ESTUDIO DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA N-322 ENTRE LOS P.K. 411+000 Y 426+000, ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ALBOREA Y VILLATOYA (ALBACETE)

Memoria

Trabajo Final de Máster

Titulación: Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo

Curso: 2016/17

Autor: M^a Ángeles Munera Pérez

Tutor: Jordi Albert Esparza Soria

Valencia, junio de 2017



ÍNDICE DOCUMENTOS

MEMORIA

ANEJOS

ANEJO I. DATOS DE TRÁFICO

ANEJO II. INFORME ARENA DE ACCIDENTABILIDAD

ANEJO III. PLANOS



ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	5
2. OBJETO DEL PROYECTO	7
3. INTRODUCCIÓN.....	8
4. SEGURIDAD VIAL	10
5. DATOS DE LA CARRETERA	12
5.1. LOCALIZACIÓN	12
5.2. CARACTERÍSTICAS	15
5.3. INTENSIDAD MEDIA DIARIA (IMD).....	15
5.4. ACCIDENTABILIDAD	19
5.5. ÍNDICE DE PELIGROSIDAD (IP).....	22
5.6. ACCIDENTABILIDAD KILÓMETRO A KILÓMETRO.....	23
6. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE SEGURIDAD	25
6.1. SECCIÓN TRANSVERSAL	25
A. ESTADO ACTUAL.....	27
B. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL SEGÚN LA NORMATIVA	27
C. CONCLUSIONES.....	28
6.2. TRAZADO	28
A. ESTADO ACTUAL.....	32
B. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL SEGÚN LA NORMATIVA	34
C. RESUMEN.....	40
D. CONCLUSIÓN.....	41
6.3. CONEXIONES.....	41
6.3.1. INTERSECCIÓN CANALIZADA PK 412+315.....	43
6.3.2. INTERSECCIÓN CANALIZADA 412+825.....	47
6.3.3. INTERSECCIÓN NO CANALIZADA PK 417+485.....	50
6.3.4. INTERSECCIÓN CANALIZADA PK 422+380.....	54
6.4. ACCESOS.....	58
6.4.1. ACCESOS 411+329 Y 411+533, SENTIDO ASCENDENTE	62
6.4.2. ACCESO 412+471 EN SENTIDO ASCENDENTE.....	63
6.4.3. ACCESO 412+471, 412+670 y 412+825, EN SENTIDO ASCENDENTE	65
6.4.4. ACCESO 416+734 Y 416+910 EN SENTIDO ASCENDENTE.....	67
6.4.5. ACCESOS P.K. 416+910 Y 417+127, EN SENTIDO DESCENDENTE .	67



6.4.6.	ACCESO P.K. 417+485.....	69
6.5.	MÁRGENES.....	69
6.6.	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL.....	76
A.	TAMAÑO DE LAS SEÑALES.....	77
B.	POSICIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LAS SEÑALES.....	81
C.	INTERSECCIONES.....	95
D.	LIMITACIONES DE VELOCIDAD.....	100
E.	ADELANTAMIENTO.....	107
F.	CONCLUSIONES.....	109
7.	CUADRO RESUMEN DE LA PROBLEMÁTICA.....	109
8.	PROPUESTA DE SOLUCIONES.....	110
8.1.	ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAZADO. 112	
A.	PRIMERA ALTERNATIVA.....	115
B.	SEGUNDA ALTERNATIVA.....	116
C.	ELECCIÓN DE ALTERNATIVA.....	128
8.2.	ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN CONEXIONES 130	
8.2.1.	INTERSECCIÓN CON CM-3207.....	130
A.	PRIMERA ALTERNATIVA.....	131
B.	SEGUNDA ALTERNATIVA.....	135
C.	ELECCIÓN DE ALTERNATIVA.....	136
8.2.2.	INTERSECCIÓN CON AB-205.....	138
A.	PRIMERA ALTERNATIVA.....	139
B.	SEGUNDA ALTERNATIVA.....	140
C.	ELECCIÓN DE ALTERNATIVA.....	141
8.3.	ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN ACCESOS....	143
A.	ACCESOS 411+329 Y 411+533, SENTIDO ASCENDENTE.....	144
B.	ACCESO 412+471, 412+670 Y 412+825, EN SENTIDO ASCENDENTE...	144
C.	ACCESO 416+734 Y 416+096 EN SENTIDO ASCENDENTE.....	146
D.	ACCESOS P.K. 416+910 Y 417+127, EN SENTIDO DESCENDENTE.....	146
E.	ACCESO P.K. 417+485 E INTERSECCIÓN AB-205.....	147
8.4.	ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN MÁRGENES.	148
9.	CUADRO RESUMEN DE LAS ACTUACIONES DE MEJORA.....	149
10.	VALORACIÓN ECONÓMICA.....	150



10.1. PLATAFORMA A EJECUTAR.....	151
10.1.1. SECCIÓN TRANSVERSAL	151
A. TRAMO ENTRE LOS P.K. 417+539,66 Y 422+605,24 (TRAMO DE MONTAÑA).....	151
B. RESTO DE TRAMO SOBRE EL QUE ACTUAR	152
10.1.2. CATEGORÍA DE TRÁFICO	152
A. HIPÓTESIS 1.....	152
B. HIPÓTESIS 2.....	153
10.1.3. EXPLANADA.....	155
10.1.4. FIRME.....	156
10.2. SEÑALIZACIÓN	161
10.3. UNIDADES DE OBRA	163
10.4. PRESUPUESTO	168
10.4.1. PRESUPUESTO POR ACTUACIÓN	168
<input type="checkbox"/> TRAZADO.....	168
<input type="checkbox"/> INTERSECCIÓN ALBOREA	170
<input type="checkbox"/> INTERSECCIÓN CASAS DE VÉS:	171
<input type="checkbox"/> ACTUACIONES EN ACCESOS Y MÁRGENES:.....	172
10.4.2. PRESUPUESTO TOTAL	173
11. CONCLUSIONES	175
12. BIBLIOGRAFÍA	176
13. ÍNDICE DE FIGURAS	178



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESTUDIO DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA
CARRETERA N-322 ENTRE LOS P.K. 411+000 Y 426+000,
ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ALBOREA Y VILLATOYA
(ALBACETE)

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



1. ANTECEDENTES

Según el informe sobre la situación mundial de la seguridad vial de 2015 de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los accidentes de tránsito son una de las causas de muerte más importantes en el mundo, y la principal causa de muerte entre personas de edades comprendidas entre los 15 y los 29 años.

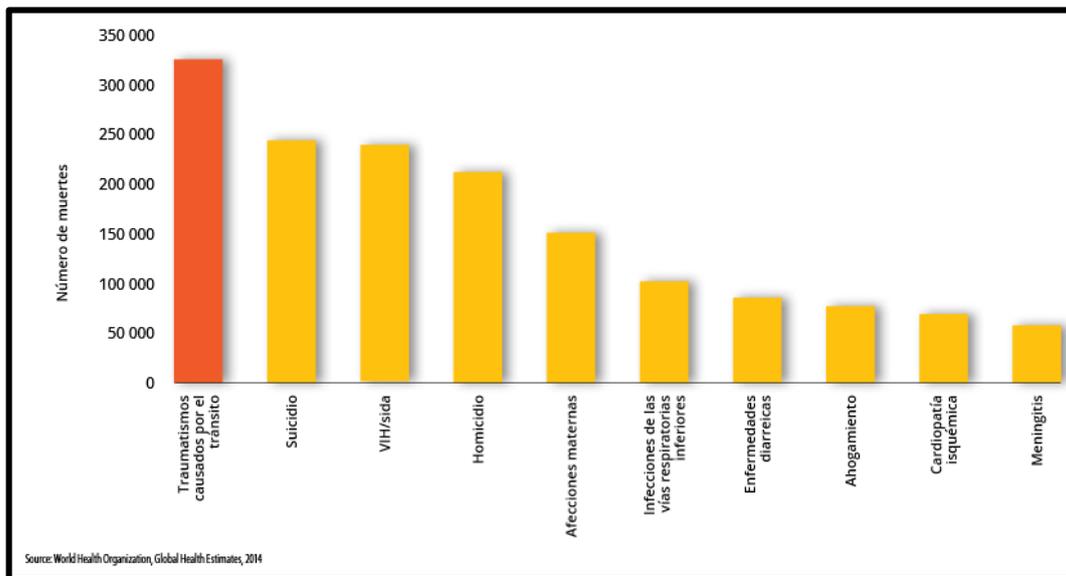


Gráfico 1. Las 10 causas principales de muerte en personas de 15 a 29 años, 2012.

Fuente: Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015 de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El número de muertes por accidente de tráfico (1,25 millones en 2013) se ha estabilizado desde el año 2007, pese al aumento mundial de la población y del uso de vehículos de motor.

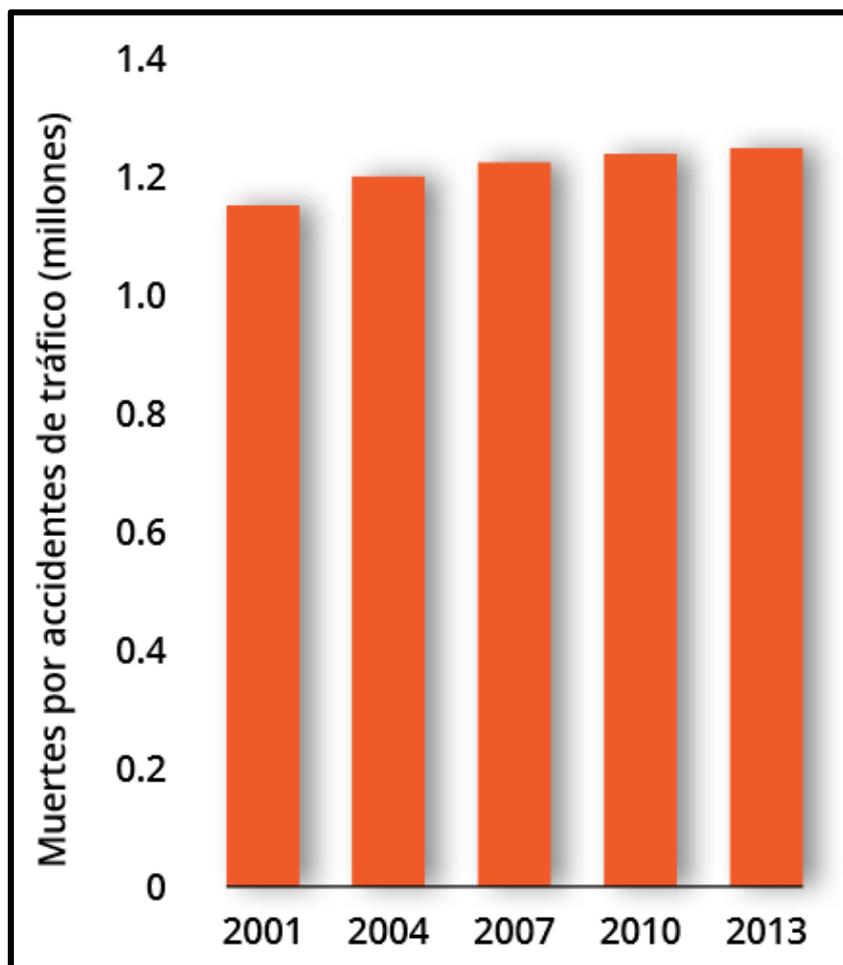


Gráfico 2. Número de muertes por accidentes de tránsito en el mundo. Fuente: Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015 de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Según el informe mentado, la mitad de todas las muertes que acontecen en las carreteras del mundo se produce entre los usuarios menos protegidos de las vías de tránsito, es decir, motociclistas (en un 23%), peatones (en un 22%) y ciclistas (en un 4%). Sin embargo, la probabilidad de que un motociclista, un ciclista o un peatón pierda la vida en la carretera varía en función de la región. Así, en Europa la distribución de muertes en accidentes de tráfico se da según lo dispuesto en el siguiente gráfico:

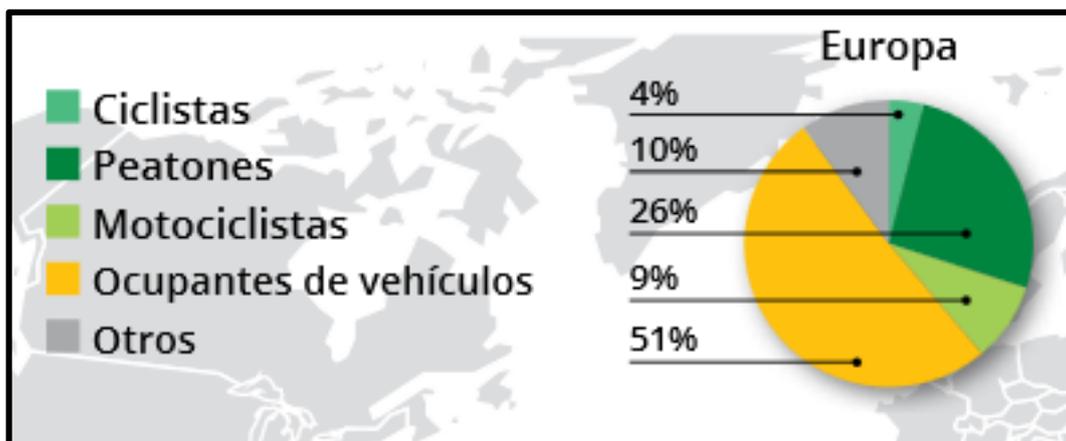


Gráfico 3. Muertes por accidentes de tránsito en función del tipo de usuario (2013), por región de la OMS. Fuente: Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015 de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Por lo que, las principales víctimas mortales por accidentes de tránsito en Europa son los ocupantes de los vehículos.

Esto lleva a plantear que la aplicación de medidas de seguridad en el diseño de los proyectos de infraestructura viaria puede mejorar considerablemente la seguridad vial de todos los usuarios de la vía pública. Ello es especialmente cierto cuando el diseño y el mantenimiento de las carreteras parten de planteamientos que promuevan la seguridad vial y tengan en cuenta la posibilidad de error humano. Intervenir sirviéndose de la infraestructura para ayudar a controlar la velocidad y reducir la probabilidad de accidente y aplicando medidas que mitiguen la gravedad de los accidentes, como la existencia de márgenes “perdonadores”, reduciría la mortalidad y los traumatismos ocasionados por los accidentes de carretera.

Con lo que, se ayudaría a la consecución de una de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que es la reducción del número mundial de muertes y traumatismos por accidente de tránsito a la mitad entre 2015 y 2020.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Para cumplir con el Objetivo de Desarrollo Sostenible de reducción de las muertes de tráfico establecida por la OMS y descrita en el apartado anterior, se hace necesario, entre otros, la actuación sobre aquellas vías con una alta concentración de accidentes de tráfico.

Es por ello que en el presente Trabajo Final de Máster se decide actuar sobre la N-322, concretamente sobre un tramo que ha sido incluido en varias ocasiones como uno de los más peligrosos según el “Informe RACE de evaluación de la Red de

Carreteras del Estado". Pese que se ha sometido en distintas ocasiones a mejoras, continúan existiendo puntos en los que la mala coordinación entre alineaciones curvas y rectas y la falta de cumplimiento de la normativa ha provocado una cantidad de accidentes todavía importante.

El tramo de la carretera, de titularidad estatal, N-322 sobre el que se va a actuar es el comprendido entre los P.K. 411+000 y 426+000, ubicado entre los municipios de Alborea y Villatoya, ambos pertenecientes a la provincia de Albacete.

El objeto del proyecto será el estudio de soluciones para la mejora del tramo de quince kilómetros definido anteriormente. Para ello se detallarán las características de la carretera y, más concretamente, del tramo objeto de estudio, a fin de describir el estado actual. A continuación, se realizará un análisis geométrico del trazado, de la consistencia del diseño y de la accidentabilidad y el tráfico existente durante los últimos años, a fin de obtener la problemática existente desde el punto de vista de la seguridad vial y poder proponer las medidas y actuaciones oportunas según la Normativa actual.

A partir de este análisis se pretende ofrecer una solución que cumpla con los parámetros geométricos y técnicos necesarios para asegurar al usuario unas condiciones óptimas de seguridad y comodidad durante la circulación por este tramo, y en general por la carretera a la que este pertenece. Todo ello sin olvidar que la solución obtenida debe ser, también, sostenible económicamente para el tipo de carretera y el tráfico que sostiene.

3. INTRODUCCIÓN

El diseño geométrico es el proceso que relaciona el camino, a través del proyecto de todas sus características visibles, con las leyes del movimiento, las características de operación de los vehículos, y la capacidad, defectos y psicología del conductor.

A la hora de situar dicho camino (carretera) sobre la superficie aparecen muchos condicionantes, como la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología y los factores sociales y urbanísticos.

El objetivo del diseño geométrico de una carretera debe ser la armonía de un conjunto de aspectos:

- Técnico-funcional: capacidad, velocidad, comodidad.
- Seguridad: ausencia de sorpresas y peligros, mitigación de accidentes.

- Economía: máximo beneficio a costo razonable.
- Estética: armonía con el paisaje, respeto al ambiente.

Prevaleciendo la seguridad vial frente a aspectos económicos, entendiendo la seguridad vial como la encargada de prevenir y/o minimizar los daños y efectos que provocan los accidentes viales, y cuyo principal objetivo es salvaguardar la integridad física de las personas que transitan por la vía pública eliminando y/o disminuyendo los factores de riesgo.

El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad que determine su posible recorrido. Para ello se estudian varios recorridos, valorando el coste de cada uno de los aspectos anteriores y, finalmente, se determina el trazado exacto.

Para la determinación de este trazado final se debe procurar:

- Predisponer a los conductores a mantener velocidades sensiblemente uniformes en su carril.
- Imposibilitar la ocurrencia o, al menos, disminuir las consecuencias de ciertos tipos de accidentes.
- Inducir una conducción libre de sorpresas y tensiones.

Para ello se ha de recurrir a un diseño simple y uniforme, que sea fácilmente perceptible por los conductores y permita una adaptación gradual del comportamiento a lo largo de la carretera. Esto es lo que se denomina consistencia del trazado de una carretera, es decir, la concordancia entre la geometría de la carretera y las expectativas que los conductores tienen de ella.

Por ello, hay que lograr un diseño geométrico consistente, que disponga los elementos de la vía y sus características geométricas contribuyendo a minimizar las violaciones de las expectativas del conductor, de modo que este perciba homogeneidad en el trazado y no sufra una variación brusca en el nivel de atención necesario para poder adaptarse a las condiciones geométricas cambiantes de la carretera.

Para el estudio de mejora de la seguridad vial de una carretera ya en servicio se ha de tener en cuenta la IMD (Intensidad Media Diaria) del tramo a estudiar, la accidentalidad de cada uno de los puntos y sus causas y la adecuación del trazado a las normas vigentes de diseño geométrico de carreteras. Esto es, precisamente, lo que se va a estudiar en el presente trabajo, de modo que el resultado final cumpla los requisitos de diseño geométrico y seguridad vial expuestos anteriormente.

4. SEGURIDAD VIAL

Como ya se ha señalado en el apartado anterior, la seguridad vial es la encargada de prevenir y/o minimizar los daños y efectos que provocan los accidentes viales, y su principal objetivo es salvaguardar la integridad física de las personas que transitan por la vía pública eliminando y/o disminuyendo los factores de riesgo.

Se trata, por tanto, de uno de los aspectos más importantes a la hora de diseñar una carretera. Pero lo que condiciona que una carretera en servicio sea segura o no, es su peligrosidad, es decir, el número de accidentes acaecidos en ella y su gravedad.

Los accidentes son la consecuencia de la interacción de una serie de factores, entre los que destaca:

- El factor humano: principal causa del acontecimiento de accidentes.

Para la conducción correcta de un vehículo se requieren unas mínimas condiciones físicas y unos conocimientos específicos. Sin embargo, diferentes causas pueden provocar que la capacidad psíquica y física para conducir se deteriore. Existen causas, como la edad o la ingesta de ciertos medicamentos, que influyen en el conductor sin que el conductor se dé plena cuenta de ello y otras causas, como el consumo de alcohol o de drogas, especialmente peligrosas porque actúan inicialmente como excitantes y posteriormente como sedantes.

Para hacer frente a este factor es necesario adoptar medidas a largo plazo en el campo de la seguridad vial mediante el análisis del proceso de percepción-reacción del ser humano; a medio plazo, mediante campañas de conciencia social; y a corto plazo, mediante actuaciones de vigilancia y sanción de aquellos que infrinjan las normas de circulación.

- El factor vehículo: tiene una contribución menor cuanto mayor es el desarrollo de un país y generalmente aparece por un mantenimiento pésimo.

Algunos ejemplos de intervención de este factor son pinchazos, reventones de neumáticos y fallos en los frenos o en la dirección, entre otros. En consecuencia, los vehículos que aparecen en el mercado son cada vez más seguros, dado que las empresas automovilísticas se empeñan en el estudio de nuevas tecnologías y mejoras.

- El factor tráfico: depende principalmente de su composición y de la velocidad a la que circulan los diferentes vehículos.

- Velocidad: de ella dependen la probabilidad de ocurrencia y la gravedad del accidente. Un aumento de ésta supone la necesidad de una mayor distancia para reaccionar, la disminución del cono de visibilidad del conductor, la reducción de la habilidad para negociar curvas y la posibilidad de recuperar el control del vehículo, la disminución de la estabilidad en curvas y una mayor energía disipada en caso de producirse una colisión. Sin embargo, pese a que circular a alta velocidad puede acabar en accidente, el exceso de velocidad no es la causa del accidente, sino que sería una combinación de causas.

Es mayor el riesgo de accidentes cuanto mayor es la dispersión de velocidad entre los diferentes vehículos que transitan por la vía.

Para evitar infracciones mayores es necesario establecer límites de velocidad razonables y no demasiado restrictivos.

- Composición: está muy relacionada con la velocidad, porque a mayor cantidad de vehículos pesados (vehículos más lentos) mayor es la dispersión de velocidades y, además, debido a sus dimensiones, tienden a provocar accidentes más graves. Por lo que, debe realizarse un control de vehículos pesados y evitar su circulación en aquellos días y horas en que la intensidad del tráfico se prevé mayor, para evitar la mayor dispersión de velocidades.
- El factor infraestructura: junto con el factor humano es el mayor causante de accidentes.

En dicho factor es en el que el ingeniero puede intervenir, pero se ve limitado por diversas razones como el presupuesto. Además, el hecho de realizar una actuación de mejora de la seguridad vial en un punto o en un sentido puede dar lugar a un empeoramiento en otro, por lo que se debe estudiar muy bien antes de llevarla a cabo.

De entre las características que pueden influir y que son susceptibles de ser estudiadas a fin de mejorar la seguridad vial de la carretera, se puede destacar la limitación de accesos, la separación de los sentidos de circulación, el estado del pavimento, el diseño de márgenes, etc.

En el presente trabajo se pretende mejorar la seguridad vial de la carretera objeto de estudio mediante la mejora del factor infraestructura.

5. DATOS DE LA CARRETERA

5.1. LOCALIZACIÓN

La carretera objeto del presente trabajo es la nacional N-322 a su paso por la provincia de Albacete. Dicha carretera tiene una longitud aproximada de 457 km, y conecta Andalucía con la Comunidad Valenciana por el interior, como alternativa al itinerario costero mediterráneo.

El inicio se da en la provincia de Córdoba, compartiendo parte de su recorrido con la N-IV, hasta la población de Bailén (Jaén), atraviesa la provincia de Albacete y finaliza su recorrido en el municipio de Requena (Valencia).



Ilustración 1. Recorrido N-322.

El tramo entre Bailén y Linares, ambas en la provincia de Jaén, se encuentra desdoblado y renombrado como A-32, convirtiéndose así en autovía. El proyecto que está previsto es continuar la A-32 hasta Albacete, dejando la N-322 original sólo en el tramo entre Albacete y Requena, que es donde se encuentra el tramo a tratar.

Sin embargo, actualmente la A-32 se convierte en carretera nacional en Linares y se dirige hacia Úbeda, en esta población enlaza con la carretera autonómica A-316, que

se dirige a Baeza y Jaén. A continuación, llega a Torreperogil, donde enlaza con la carretera autonómica A-315, que se dirige a Cazorla y Baza. Prosigue rodeando el Parque Natural de la Sierra de Cazorla, Segura y Las Villas, para adentrarse posteriormente en la provincia de Albacete y atravesarla completamente hasta llegar a la provincia de Valencia, enlazando con la N-330, que se dirige hacia Ayora y Almansa, y finalizando su recorrido en la población de Requena donde enlaza con la antigua N-III y la A-3.

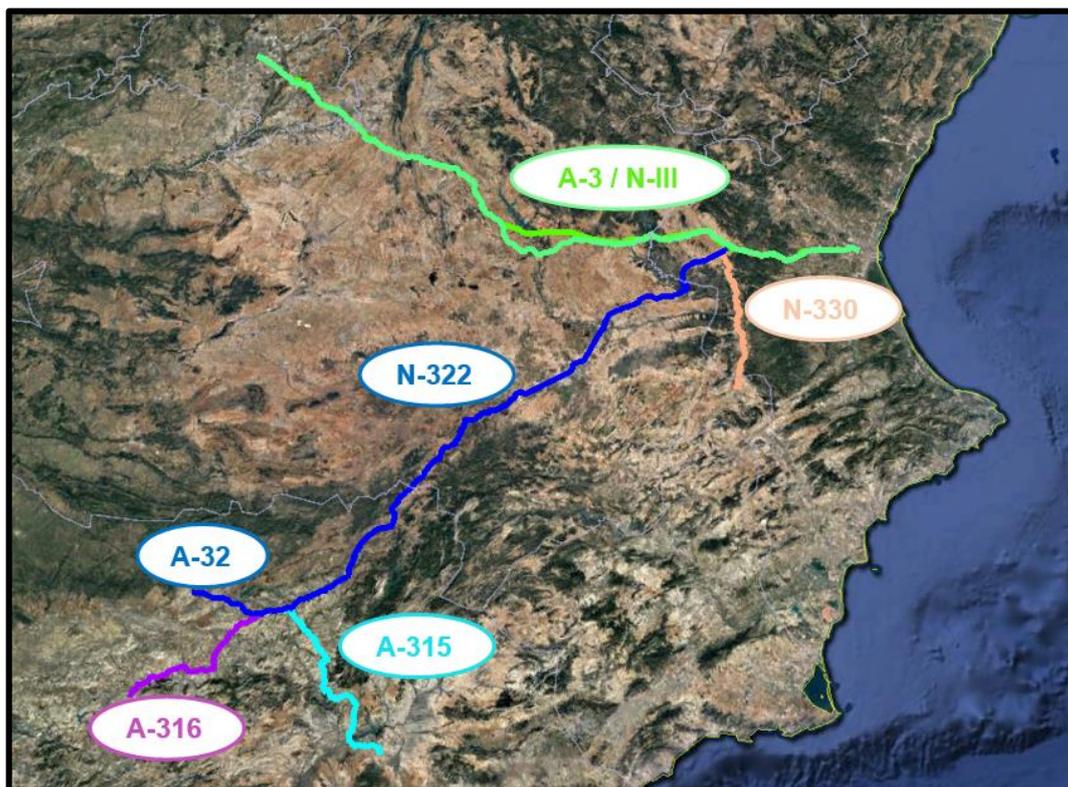


Ilustración 2. Recorrido N-322 y principales vías transversales. Fuente: Elaboración propia.

El tramo a tratar se encuentra entre los kilómetros 411+000 y 426+000, encontrándose en toda su extensión en la provincia de Albacete, entre los términos de Villatoya y Alborea.

Una parte de dicho tramo transcurre en terreno accidentado de montaña, por lo que dispone de un trazado sinuoso y una pendiente pronunciada. Éste ha sido incluido en varias ocasiones como uno de los tramos más peligrosos en el “Informe RACE de evaluación de la Red de Carreteras del Estado”. En 2009 y 2010 se trataba del segundo tramo más peligroso, mientras que en 2011 fue el tramo más peligroso.

Esto ha supuesto que haya sido objeto de constantes modificaciones a fin de disminuir su peligrosidad. Algunas de estas modificaciones han supuesto la creación de un

tramo completamente nuevo, como es el caso de la variante de Villatoya, y otras se concretan en rectificaciones de curvas.

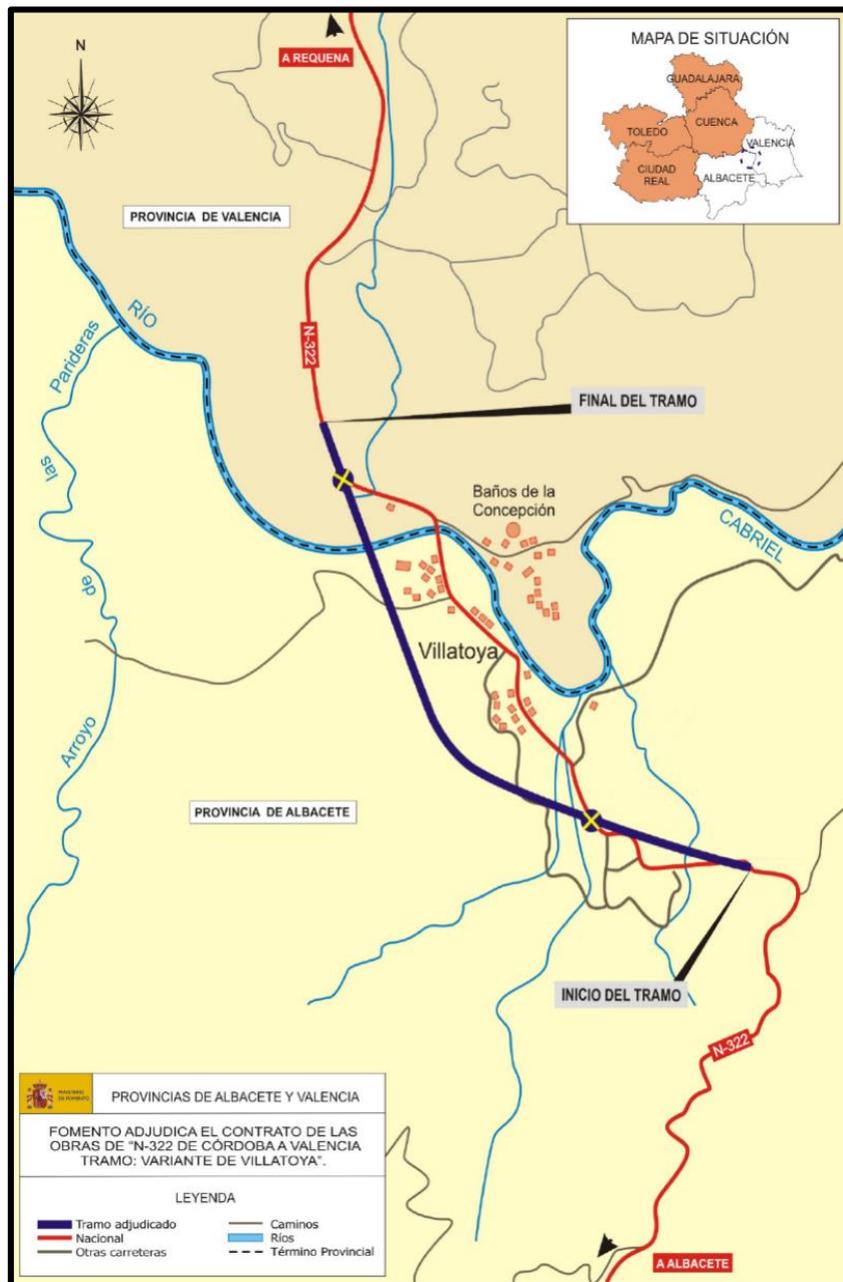


Ilustración 3. Variante de Villatoya de la N-322. Fuente: Nota de Prensa del Ministerio de Fomento.



Ilustración 4. Curva modificada en el P.K. 419+400 de la N-322. Fuente: Sede electrónica del Catastro.

En la Ilustración 4 se plasma, mediante tres líneas (dos negras laterales y una central morada), el trazado anterior de la carretera y se superpone a la ortofoto más actual de que dispone la sede electrónica del catastro, que proviene del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea). En ella se puede observar, que la curva existente en el P.K. 419+400 ha sido una de las modificadas durante actuaciones anteriores.

5.2. CARACTERÍSTICAS

La N-322 es una carretera convencional de dominio y uso público. Cuenta con calzada única para ambos sentidos de circulación distribuida en carriles de 3,50 metros y arcenes de entre 1,00 y 1,50 metros.

El tramo completo de 15 kilómetros dispone de calzada en perfecto estado debido a los constantes arreglos del firme y su señalización se encuentra en buen estado.

5.3. INTENSIDAD MEDIA DIARIA (IMD)

La IMD o Intensidad Media Diaria permite conocer la cantidad de coches aproximada que circula por una carretera a lo largo de un día. Su análisis muestra la evolución del tráfico en el tiempo y su composición, y esto, a su vez, indica la importancia de la carretera de la que se trata y facilita su contraste con otros datos como la accidentabilidad o el cumplimiento de la normativa de carreteras para extraer conclusiones a cerca de la viabilidad de sus características.

Al tratarse de una carretera Nacional, para la obtención de los datos de IMD se ha recurrido a la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, concretamente al documento anual en el que aparecen los datos de tráfico definitivos de las estaciones de aforo de la Red de Carreteras Española (RCE).

A continuación, se expone gráficamente la evolución de los 5 últimos años:

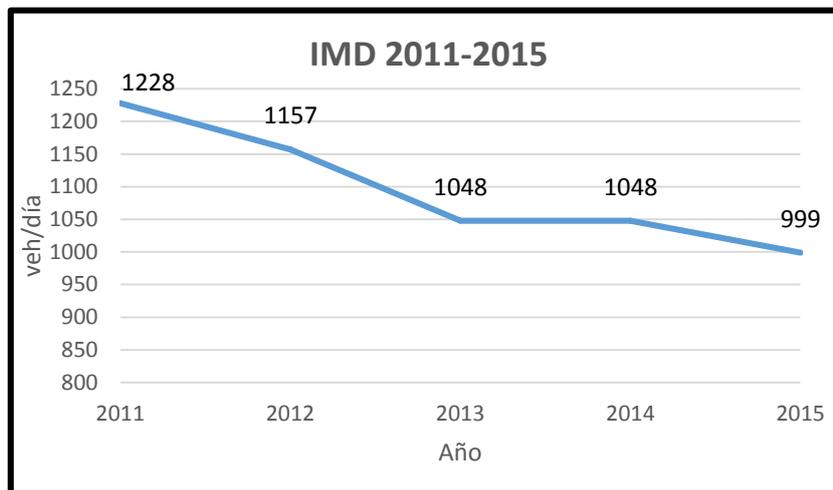


Gráfico 4. Evolución de la IMD entre los años 2011 y 2015. Fuente: Elaboración propia.

En ella se puede apreciar un descenso significativo del número de vehículos.

Por otro lado, a continuación, se expone el porcentaje de vehículos pesados que representan en cada uno de los años expuestos:

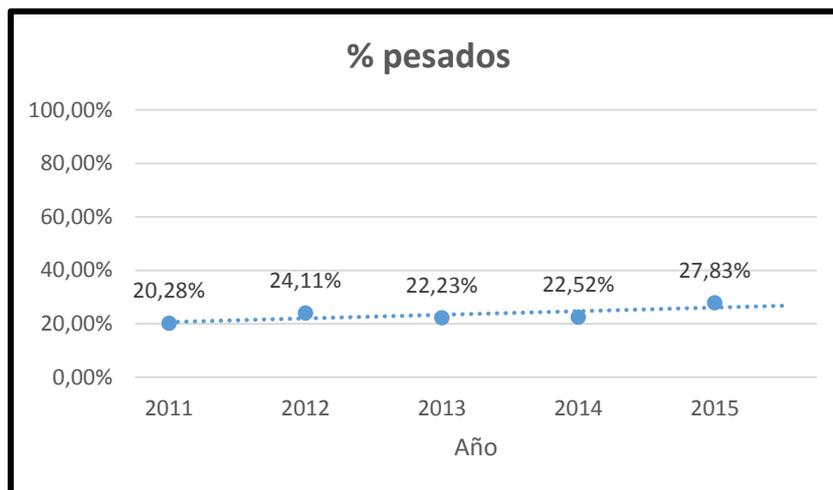


Gráfico 5. Evolución del porcentaje de vehículos pesados entre los años 2011 y 2015. Fuente: Elaboración propia.

Analizando conjuntamente los gráficos anteriores se puede apreciar que se ha producido un descenso significativo de la IMD y un aumento progresivo del porcentaje

de pesados, esto da a entender que el principal descenso se ha dado en los vehículos ligeros. Esto puede ser debido principalmente al efecto de la crisis, que produce un descenso de los viajes por motivos de ocio, lo que provoca un mayor porcentaje de pesados al tratarse de una zona con una alta actividad agrícola (destacando el cereal y la vid).

Para hacer un análisis más exhaustivo de lo acaecido se expone la evolución de la IMD año a año:

- Durante el año 2011 la IMD fue de 1.228 veh/día, distribuidos del siguiente modo:

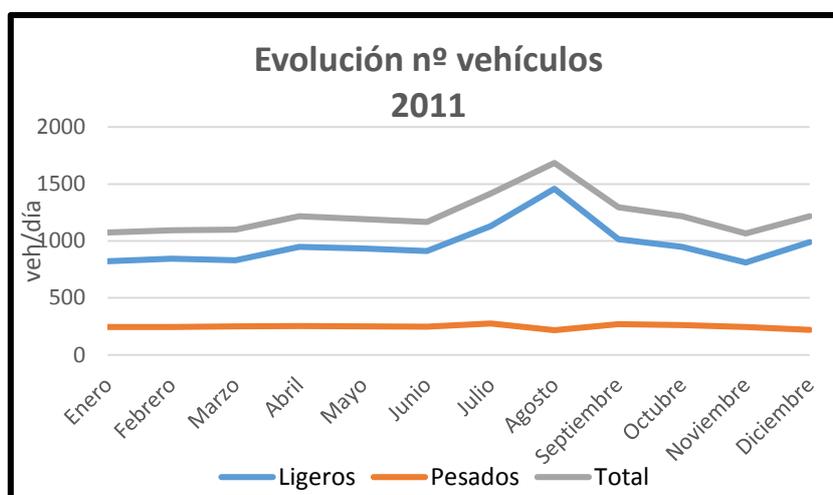


Gráfico 6. Evolución del tráfico durante el año 2011. Fuente: Elaboración propia.

- Durante el año 2012 la IMD fue de 1.157 veh/día, distribuidos del siguiente modo:

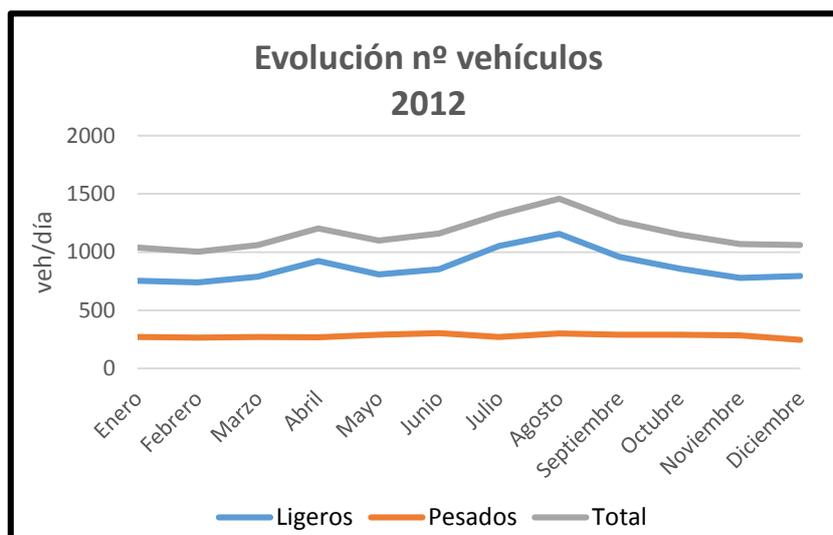


Gráfico 7. Evolución del tráfico durante el año 2012. Fuente: Elaboración propia.

- Durante el año 2013 la IMD fue de 1.048 veh/día, distribuidos del siguiente modo:

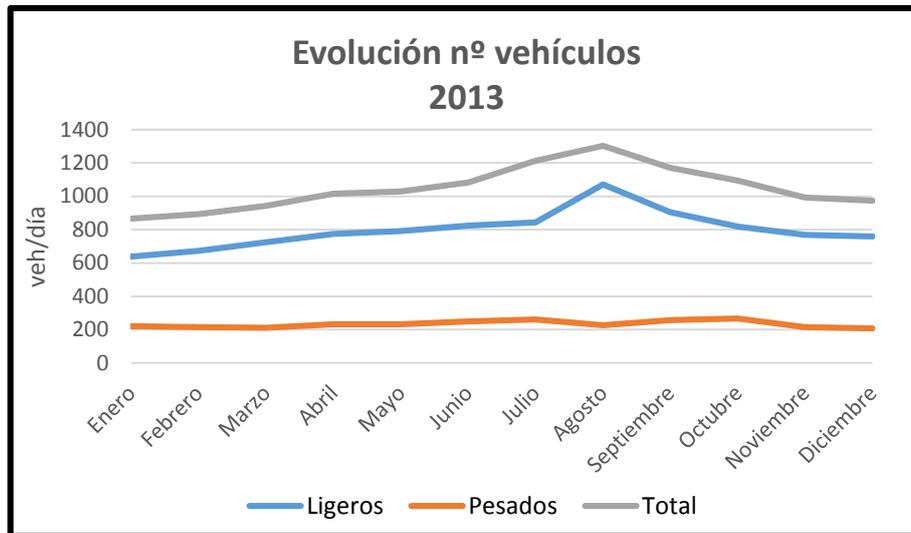


Gráfico 8. Evolución del tráfico durante el año 2013. Fuente: Elaboración propia.

- Durante el año 2014 la IMD fue de 1.048 veh/día, distribuidos del siguiente modo:

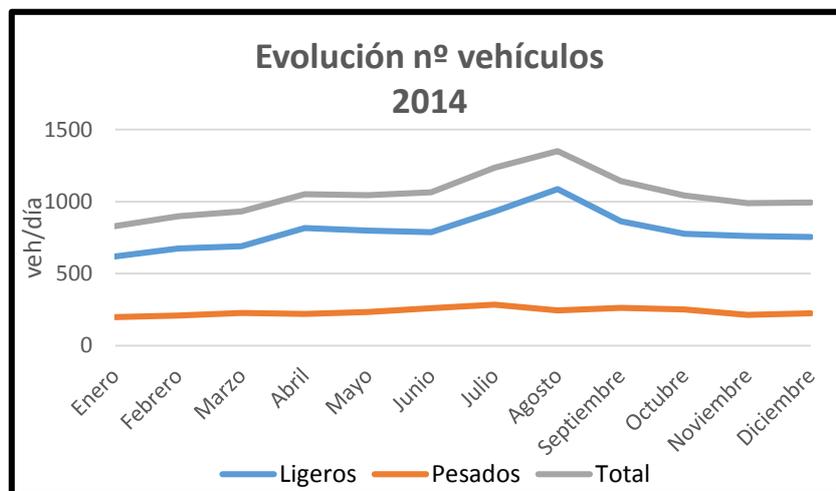


Gráfico 9. Evolución del tráfico durante el año 2014. Fuente: Elaboración propia.

- Durante el año 2015 la IMD fue de 999 veh/día, distribuidos del siguiente modo:

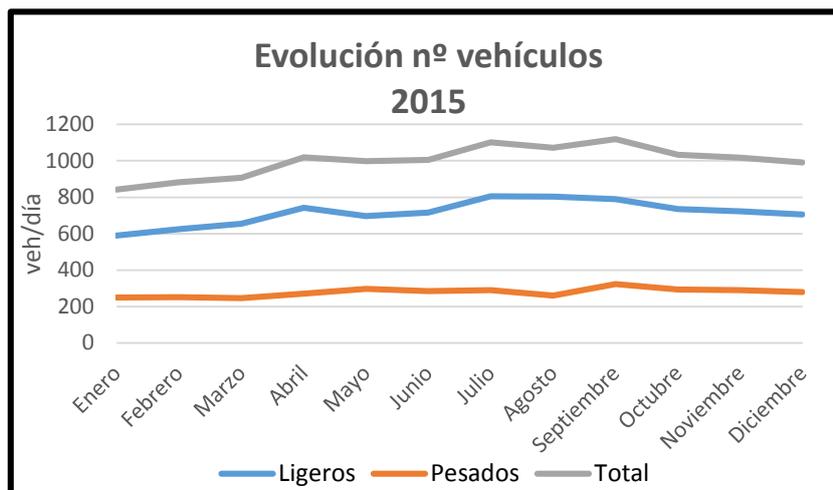


Gráfico 10. Evolución del tráfico durante el año 2015. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, existe un patrón común en la IMD de ligeros de los gráficos anteriores que consiste en un aumento de ésta en el mes de abril y en los meses de verano, lo que puede ser debido principalmente a que son meses en los que se ubican las vacaciones escolares y la recogida de ciertos productos agrícolas. Al contrario, en los meses de invierno se produce la menor IMD, probablemente debido a que son municipios con una baja densidad de población y una gran bajada de temperaturas durante esos meses.

En 2015 la IMD era de 999 vehículos, basándonos en lo dispuesto en el apartado de sección transversal de la normativa de trazado 3.1.-IC, la N-322 es de baja intensidad, puesto que su IMD es inferior a 3.000 veh/día. Sin embargo, no es de muy baja intensidad, puesto que supera los 300 veh/día.

Además, de los datos de IMD, es importante conocer el porcentaje de vehículos pesados del que está compuesto ésta. En este caso, como ya se ha mostrado en el Gráfico 2, el porcentaje de pesados del año 2015 fue de un 27,83%.

5.4. ACCIDENTABILIDAD

A continuación, se analiza la accidentabilidad mediante el estudio de los datos suministrados por la Jefatura Provincial de Tráfico de Albacete. Éstos contienen los accidentes acaecidos entre 2005 y 2015, especificando el punto kilométrico en el que se ha producido, la fecha y la hora, el tipo de accidente y la gravedad.

Se procede a su análisis mediante una serie de tablas y gráficos, para una explicación más detallada y estructurada.

Para analizar la gravedad de los accidentes se va a explicar previamente los tipos de accidentes existentes según su gravedad:

- Accidente con víctimas: aquél en que una o varias personas resultan muertas o heridas.
- Accidente mortal: aquél en que una o varias personas resultan muertas.
- Accidente con heridos graves: aquél en que no hay muertos, pero hay, al menos, una persona herida grave.
- Accidente con heridos leves: aquél en que no hay muertos o heridos graves, pero hay, al menos, un herido leve.
- Accidente sólo con daños materiales (PDO- Property Damage Only): aquél en que no se han ocasionado ni muertos ni heridos.
- Desconocido: aquél del que no se disponen datos de su gravedad.

Para entender los tipos de accidentes con víctimas descritos previamente se ha de aclarar qué se entiende por cada tipo de víctima en España:

- Muerto: es toda persona que, como consecuencia del accidente, fallezca en el acto o dentro de los treinta días siguientes.
- Herido: es toda persona que no ha resultado muerta en un accidente de circulación, pero ha sufrido una o varias heridas graves o leves.
 - o Herido grave: es aquél que ha estado hospitalizado al menos 24 horas.
 - o Herido leve: es aquél que ha estado hospitalizado menos de 24 horas.

En el estudio de los accidentes en los que se han producido víctimas y en los que únicamente ha habido daños materiales (sin víctimas), obtenemos la siguiente tabla:

	Nº Accidentes
Con víctimas	53
Sin Víctimas	31
Total	84

Tabla 1. Número de accidentes según existencia o no de víctimas. Fuente: Informe ARENA de accidentabilidad 2005-2015, Jefatura Provincial de Tráfico de Albacete.

De los datos expuestos se observa que predominan los accidentes con víctimas, siendo casi el doble que el de sin víctimas. Acto seguido se identifica de qué tipo es cada uno de estos accidentes:

Tipo de Accidente	Con Víctimas	Sin Víctimas
Colisión de vehículos en marcha: Frontolateral	8	4
Colisión de vehículos en marcha: Alcance	1	1
Colisión de vehículos en marcha: Frontal	5	2
Colisión de vehículos en marcha: Lateral	1	2
Colisión de vehículo con obstáculo en calzada: Otro objeto o material	0	1
Total Colisiones	15	10
Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque	8	6
Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Otro tipo de choque	3	1
Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Con vuelco	3	1
Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco	6	4
Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Choque con árbol o poste	2	0
Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Choque con cuneta o bordillo	1	1
Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Choque con muro o edificio	1	0
Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Con despeñamiento	1	0
Salida de la vía por la derecha. Con colisión: En llano	0	1
Salida de la vía por la derecha	2	0
Salida de la vía por la izquierda	0	1
Total Salidas de Vía	27	15
Vuelco en la calzada: Vuelco en la calzada	8	3
Atropello: Animales sueltos	0	2
Otro tipo de accidente	3	1
Total	53	31

Tabla 2. Número de accidentes según tipo. Fuente: Informe ARENA de accidentabilidad 2005-2015, Jefatura Provincial de Tráfico de Albacete.

El principal tipo de accidente es la salida de vía, tanto para accidentes con víctimas como para accidentes sin víctimas. Por lo que, será necesario analizar los márgenes

de la carretera, puesto que su estado puede influir de forma significativa en la peligrosidad de los accidentes. También se deberá analizar el trazado de la vía para sacar posibles deficiencias en el trazado, entre otras causas, que provoquen dichas salidas de vía.

Además de la salida de vía, los tipos de accidente que han causado mayor número de víctimas son la colisión frontolateral de vehículos en marcha y el vuelco en calzada. Se procederá pues, a analizar el estado de la vía y de sus cruces a nivel.

Otro dato a tener en cuenta es que los accidentes producidos en los años analizados se reparten casi por igual en ambos sentidos, siendo muy ligeramente superior en dirección ascendente (Alborea – Villatoya).

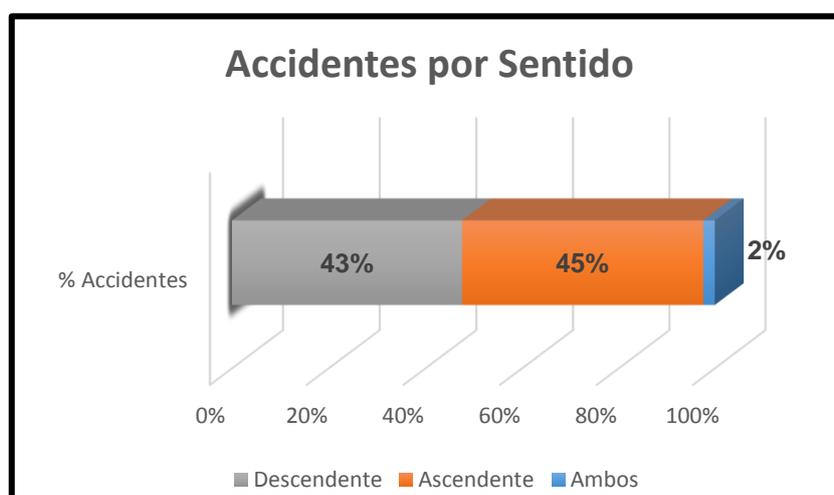


Gráfico 11. Distribución de accidentes por sentido durante el año 2015. Fuente: Informe accidentabilidad, Jefatura Provincial de Tráfico de Albacete.

5.5. ÍNDICE DE PELIGROSIDAD (IP)

El índice de peligrosidad es un indicador específico de siniestralidad del tramo de carretera objeto de estudio que calcula el número de accidentes con víctimas entre la exposición al riesgo.

A continuación, se expone la distribución de accidentes con víctimas entre los años 2011 y 2015:

Nº Accidentes con víctimas	Nº Vehículos	Nº Muertos	Nº Heridos graves	Nº Heridos leves
11	16	1	3	9

Tabla 3. Distribución de los accidentes con víctimas de los cinco últimos años. Fuente: Informe accidentabilidad, Jefatura Provincial de Tráfico de Albacete.

Para calcular la exposición al riesgo se ha de precisar la longitud del tramo de estudio y la IMD de los 5 últimos años, en este caso se calcula para el intervalo 2011-2015 porque son los últimos 5 años para los que se tienen datos completos.

El tramo de estudio se extiende entre los puntos kilométricos 411+000 a 426+000, es decir, 15 kilómetros. Por otro lado, la IMD del intervalo de tiempo definido será la suma de las intensidades medias diarias de dichos años, por lo tanto, resulta una IMD de 5.480 veh/día.

Una vez obtenidos los datos pasamos a calcular el Índice de Peligrosidad (IP), definido por la siguiente expresión:

$$IP = \frac{N^{\circ} \text{Accidentes con víctimas}}{\text{Exposición al Riesgo}} = \frac{N^{\circ} \text{Accidentes con víctimas}}{365 \times \text{IMD}_{2011-2015} \times \text{Longitud}} = \frac{11 \times 10^6}{365 \times 5.480 \times 15}$$
$$= 0,37 \frac{\text{accidentes con víctimas}}{10^6 \text{ vehículos} \times \text{kilómetro}}$$

Finalmente, el índice de peligrosidad es de $0,37 \frac{\text{accidentes con víctimas}}{10^6 \text{ vehículos} \times \text{kilómetro}}$.

Este índice de peligrosidad no es representativo, puesto que se trata de una carretera con una baja intensidad de tráfico. Pero, para la baja IMD, existen tramos en los que la concentración de accidentes es alta, como se ha visto en el apartado anterior de accidentabilidad.

5.6. ACCIDENTABILIDAD KILÓMETRO A KILÓMETRO

Para detectar si existe algún tramo con una peligrosidad mayor que el resto, se realiza el estudio de la accidentalidad del tramo a estudiar kilómetro a kilómetro.

A continuación, se expone la distribución de accidentes kilómetro a kilómetro:

Tramo kilométrico	Accidentes con víctimas	Accidentes sin víctimas	Total
411+000 - 412+000	2	2	4
412+000 - 413+000	4	1	5
413+000 - 414+000	1	1	2
414+000 - 415+000	3	1	4
415+000 - 416+000	1	3	4
416+000 - 417+000	0	0	0
417+000 - 418+000	11	2	13

Tramo kilométrico	Accidentes con víctimas	Accidentes sin víctimas	Total
418+000 - 419+000	5	9	14
419+000 - 420+000	4	2	6
420+000 - 421+000	8	5	13
421+000 - 422+000	4	3	7
422+000 - 423+000	2	0	2
423+000 - 424+000	6	1	7
424+000 - 425+000	2	0	2
425+000 - 426+000	0	1	1

Tabla 4. Distribución de los accidentes con y sin víctimas kilómetro a kilómetro.

Fuente: Informe accidentabilidad, Jefatura Provincial de Tráfico de Albacete.

Del análisis de la tabla se deduce una serie de tramos en los que la ocurrencia de accidentes ha sido mayor. Más adelante se analizará con mayor detalle por qué en esos tramos ha habido una mayor concentración de accidentes, sus causas y las posibles soluciones.

Como se ha querido representar en la siguiente imagen, la accidentabilidad del tramo objeto de estudio se concentra especialmente a lo largo del tramo sinuoso de montaña y en intersecciones conflictivas.

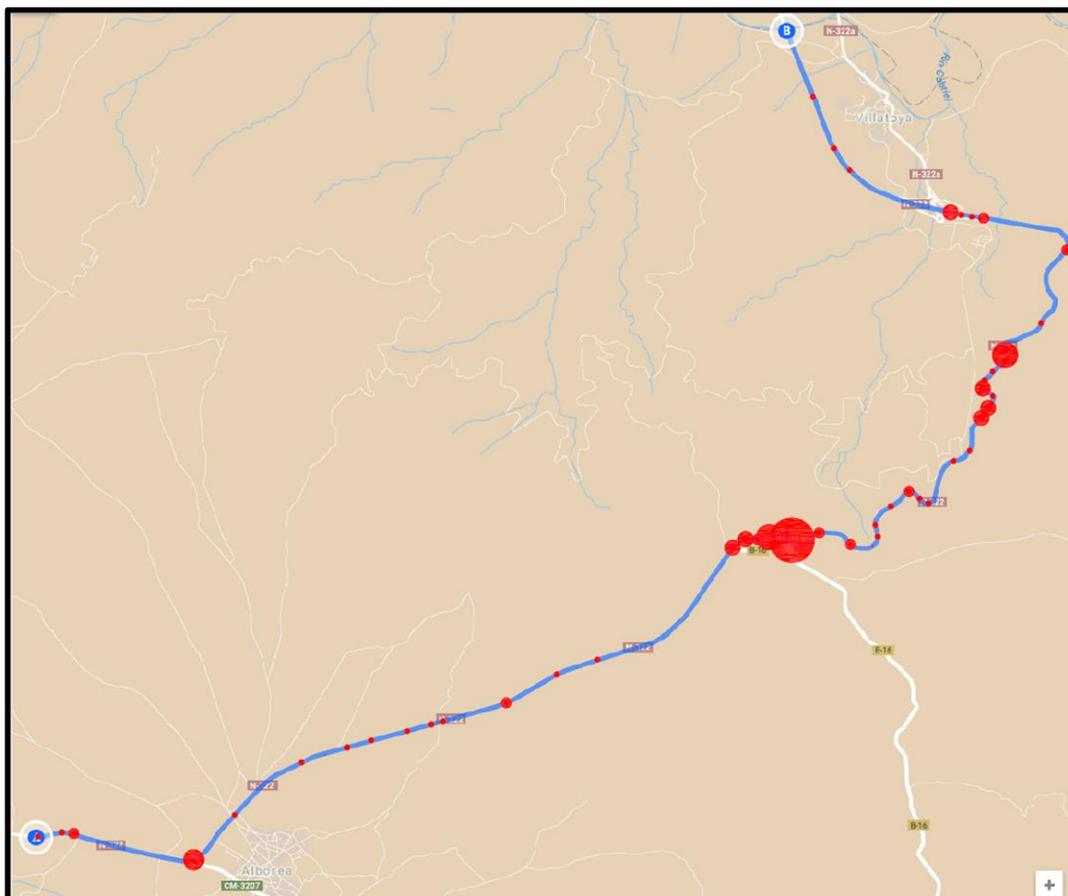


Ilustración 5. Plano accidentabilidad tramo objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia.

6. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE SEGURIDAD

Para analizar la problemática de seguridad vial, asociada al tramo de carretera objeto de estudio, se tendrá en cuenta la sección transversal, el trazado, los accesos agrícolas, las intersecciones, la señalización horizontal y vertical y los márgenes.

Con su análisis se obtendrá el estado actual de la carretera y la definición de los puntos más importantes a tratar para la mejora de la carretera y sus posibles soluciones, así como la solución final para solventar cada uno de ellos.

6.1. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal de una carretera, o cualquier elemento de la misma, se establecerá en función de su intensidad y composición del tráfico, según se indica en el apartado 7.1 de la Instrucción de Carreteras, Norma 3.1-IC. Además, se especifica que las carreteras convencionales han de tener un carril para cada sentido de circulación y en ningún caso tendrán calzadas con dos o más carriles por sentido. Los niveles de servicio mínimos cumplirán los valores mínimos indicados en la Tabla 7.1

de la misma Norma. A continuación, se expone dicha tabla, en la que se definen los anchos mínimos de cada uno de los elementos de la sección transversal de la carretera.

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		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
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
Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Ramal de enlace de doble sentido	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	2,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	2,50		1,00	E
	50 y 40	3,50	1,50 / 2,50		1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
Vía de servicio de doble sentido	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

Si los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales solo tuviesen un carril su ancho será de cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreaño correspondiente (epígrafe 7.3.5) con un valor mínimo de cuatro metros (≥ 4,00 m).

Tabla 5. Dimensiones de la sección transversal. Fuente: Tabla 7.1 de la Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras.

A. ESTADO ACTUAL

El tramo objeto de estudio pertenece a una carretera convencional de calzada única, con un carril por sentido de circulación de 3,50 metros de ancho y arcenes de 1,50 metros, en la mayor parte de su recorrido. Las bermas, sin embargo, son inexistentes.

A continuación, se presentan las distintas secciones transversales que se pueden detectar en el tramo a analizar:

Tramo (PK inicio – PK fin)	Carril (m)	Arcén (m)	Berma (m)
412+000 – 417+539,66	3,50	1,50	0
417+539,66 – 422+605,24	3,50	1,00	0
422+605,24 – 426+000	3,50	1,50	0

Tabla 6. Medida de los elementos de la sección transversal en los distintos tramos.

Fuente: Elaboración propia.

B. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL SEGÚN LA NORMATIVA

La carretera N-322 es anterior a la entrada en vigor de la actual Normativa de Trazado 3.1-IC, por lo que se analizará a continuación si cumple con las medidas mínimas dispuestas en la tabla 7.1 de la normativa mentada, presentada con anterioridad, según los datos de IMD y la velocidad de proyecto de la vía.

Al tratarse de una carretera de la que no se tienen datos de su proyecto de diseño, se supondrá que se trata de una C-60 debido al trazado altamente sinuoso en una parte importante de su recorrido y a las restricciones de velocidad claras. Dicho tipo de carreteras han de cumplir la siguiente sección transversal, extraída de la tabla 7.1:

Clase de carretera	Velocidad de proyecto (vp) (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	60	3,50	1,00/1,50		0,75	E

Tabla 7. Dimensión de la sección transversal de las carreteras convencionales con una velocidad de proyecto de 60 km/h. Fuente: Tabla 7.1 de la Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras.

Además, la Normativa específica que para carreteras con relieves accidentados o muy accidentados y con baja intensidad de tráfico ($IMD < 3.000$) se podrá reducir el ancho del arcén en cincuenta centímetros (50 cm). También 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.

C. CONCLUSIONES

De lo analizado anteriormente se puede deducir que las medidas de carril y arcén cumplen rigurosamente lo establecido en la Norma. La ausencia de berma, además, se justifica por tratarse de una carretera de baja intensidad de tráfico con relieve accidentado.

6.2. TRAZADO

A continuación, se estudiará el trazado del tramo objeto de estudio. Para ello se tienen en cuenta dos factores que influyen en gran medida en la seguridad de una carretera. Estos factores son la consistencia del diseño geométrico, que es la relación entre el comportamiento de la vía y lo que el conductor espera de la misma, y la coordinación planta – alzado, que puede ser la causante de accidentes por falta de visibilidad.

Como para la realización del presente estudio no se dispone del proyecto de diseño original de la carretera existente ni del equipo técnico y material suficiente para la realización de un estudio topográfico, se recurrirá a software de diseño geométrico de carreteras para realizar la réplica del diseño geométrico en planta de la carretera, a fin de obtener las características de su trazado. Además, para el estudio del alzado se recurrirá a los datos y fotografías tomados in situ en las distintas visitas a campo, de programas como Street View, etc.

Una vez obtenido todos los datos y características del trazado se analizará la consistencia de la carretera mediante la comprobación del cumplimiento de la normativa de trazado de las longitudes de rectas y curvas y los radios de estas últimas.

También se tomará en consideración la velocidad a la que se puede circular según las características de diseño y la velocidad de operación aproximada que adoptan los conductores a la hora de transitar por el tramo objeto de estudio. Para ello se tendrán en cuenta las restricciones de velocidad que presenta la señalización vertical.

Pese a que el cumplimiento de la normativa no garantiza un diseño totalmente seguro y que gran parte de lo realizado se debe al criterio del proyectista y los condicionantes de la obra, se analizará que se cumple dicha normativa para identificar aquellos puntos que pueden estar relacionados con defectos en la seguridad vial de la carretera.

La normativa indica que se ha de procurar una longitud mínima en rectas para que se produzca una acomodación y una adaptación a la conducción. Asimismo, se ha de procurar limitar las longitudes máximas para evitar problemas relacionados con el cansancio, los deslumbramientos, los excesos de velocidad, etc. Las ecuaciones que determinan estas longitudes son:

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

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

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

Donde:

- $L_{min,S}$ es la longitud mínima, en metros, para trazados en "S", es decir, alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario.
- $L_{min,O}$ es la longitud mínima, en metros, para trazados en "O", es decir, alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido.
- L_{max} es la longitud máxima, en metros.
- V_p es la velocidad de proyecto del tramo en kilómetros por hora.

Para una cierta velocidad, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función del peralte máximo y el rozamiento transversal máximo movilizado, la visibilidad de parada en toda su longitud y la coordinación del trazado en planta y alzado. Por lo que, se deduce la siguiente expresión:

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

Donde:

- V es la velocidad de la curva circular en kilómetros por hora.
- R es el radio de la circunferencia que define el eje del trazado en planta, en metros.
- f_t es el coeficiente de rozamiento transversal movilizado.
- p el peralte en tanto por cien (%).

Aplicando la ecuación anterior, obtenemos que los radios mínimos y los peraltes máximos a diferentes velocidades de proyecto (V_p) son los que se presentan en la Tabla 4.4 de la normativa de trazado:

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	285	7,00
70	-	-	-	-	190	7,00
60	-	-	-	-	130	7,00
50	-	-	-	-	85	7,00
40	-	-	-	-	50	7,00

Tabla 8. Relación velocidad de proyecto – Radio mínimo – Peralte máximo. Fuente:
Tabla 4.4 de la Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras.

Por otro lado, para la unión de dos alineaciones curvas consecutivas, sin alineación recta intermedia o con una recta de longitud limitada, la longitud de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos (en ambos sentidos de circulación) a partir de las expresiones de la Tabla 4.7 de la normativa de trazado 3.1-IC, que se expone a continuación:

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

Tabla 9. Relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud limitada. Fuente: Tabla 4.7 de la Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras.

La recta de longitud limitada mentada anteriormente es aquella alineación recta situada entre dos alineaciones curvas que condicionan la velocidad máxima alcanzable en ella. A continuación, se exponen los valores máximos de las longitudes de las alineaciones rectas para ser consideradas de longitud limitada:

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.

Tabla 10. Valores máximos de las longitudes de las alineaciones rectas para ser consideradas como recta de longitud limitada. Fuente: Tabla 4.2 de la Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras.

Cuando se unan dos alineaciones curvas consecutivas con alineación recta intermedia de mayor longitud que la de la recta de longitud limitada, que se acaba de explicar, el radio de la curva circula de salida R' , en el sentido de la marcha, para carreteras del Grupo 3 será mayor o igual que el doble del radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto (V_p), visto en la tabla 8 del presente documento y en la tabla 4.4 de la normativa de trazado 3.1-IC.

A. ESTADO ACTUAL

Las características del trazado son las siguientes:

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)
Curva	Tramo 1	411+000	411+054	54,24	-250
Recta	Tramo 2	411+054,24	411+156,28	102,04	-
Curva	Tramo 3	411+156,28	411+288,52	132,24	205
Recta	Tramo 4	411+288,52	412+155,40	866,88	-
Curva	Tramo 5	412+155,40	412+470,69	315,29	-295
Curva	Tramo 6	412+470,69	412+668,52	197,83	4187
Recta	Tramo 7	412+668,52	413+078,40	409,88	-
Curva	Tramo 8	413+078,40	413+282,00	203,6	586
Recta	Tramo 9	413+282,00	413+554,58	272,58	-
Curva	Tramo 10	413+554,58	413+709,49	154,91	560
Recta	Tramo 11	413+709,49	415+064,06	1354,57	-
Curva	Tramo 12	415+064,06	415+248,73	184,67	-738
Recta	Tramo 13	415+248,73	415+571,24	322,51	-
Curva	Tramo 14	415+571,24	415+763,69	192,45	736
Recta	Tramo 15	415+763,69	416+424,61	660,92	-
Curva	Tramo 16	416+424,61	416+582,17	157,56	-382
Recta	Tramo 17	416+582,17	416+697,94	115,77	-
Curva	Tramo 18	416+697,94	416+929,73	231,79	-800
Recta	Tramo 19	416+929,73	417+539,66	609,93	-
Curva	Tramo 20	417+539,66	417+638,84	99,18	89
Recta	Tramo 21	417+638,84	417+720,71	81,87	-
Curva	Tramo 22	417+720,71	417+791,71	71	-176
Recta	Tramo 23	417+791,71	417+906,96	115,25	-

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)
Curva	Tramo 24	417+906,96	418+018,75	111,79	90
Recta	Tramo 25	418+018,75	418+076,71	57,96	-
Curva	Tramo 26	418+076,71	418+199,48	122,77	-79
Recta	Tramo 27	418+199,48	418+298,75	99,27	-
Curva	Tramo 28	418+298,75	418+367,67	68,92	92
Recta	Tramo 29	418+367,67	418+477,06	109,39	-
Curva	Tramo 30	418+477,06	418+544,35	67,29	77
Recta	Tramo 31	418+544,35	418+602,57	58,22	-
Curva	Tramo 32	418+602,57	418+697,61	95,04	-85
Recta	Tramo 33	418+697,61	418+761,97	64,36	-
Curva	Tramo 34	418+761,97	418+902,94	140,97	-92
Recta	Tramo 35	418+902,94	418+972,29	69,35	-
Curva	Tramo 36	418+972,29	419+203,91	231,62	157
Curva	Tramo 37	419+203,91	419+313,51	109,6	-198
Curva	Tramo 38	419+313,51	419+513,62	200,11	74
Curva	Tramo 39	419+513,62	419+704,49	190,87	-64
Recta	Tramo 40	419+704,49	419+851,74	147,25	-
Curva	Tramo 41	419+851,74	420+054,92	203,18	171
Curva	Tramo 42	420+054,92	420+246,05	191,13	-140
Recta	Tramo 43	420+246,05	420+302,03	55,98	-
Curva	Tramo 44	420+302,03	420+440,72	138,69	141
Recta	Tramo 45	420+440,72	420+643,76	203,04	-
Curva	Tramo 46	420+643,76	420+705,91	62,15	-40
Recta	Tramo 47	420+705,91	420+772,14	66,23	-
Curva	Tramo 48	420+772,14	420+898,00	125,86	48
Curva	Tramo 49	420+898,00	420+958,38	60,38	-134
Curva	Tramo 50	420+958,38	421+075,97	117,59	143
Curva	Tramo 51	421+075,97	421+213,47	137,5	-57
Curva	Tramo 52	421+213,47	421+323,62	110,15	46
Curva	Tramo 53	421+323,62	421+414,51	90,89	-201
Recta	Tramo 54	421+414,51	421+525,14	110,63	-

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)
Curva	Tramo 55	421+525,14	421+681,35	156,21	-127
Curva	Tramo 56	421+681,35	421+757,78	76,43	74
Curva	Tramo 57	421+757,78	421+814,31	56,53	-61
Recta	Tramo 58	421+814,31	421+859,36	45,05	-
Curva	Tramo 59	421+859,36	421+939,83	80,47	-87
Curva	Tramo 60	421+939,83	422+051,51	111,68	154
Recta	Tramo 61	422+051,51	422+100,56	49,05	-
Curva	Tramo 62	422+100,56	422+160,36	59,8	78
Recta	Tramo 63	422+160,36	422+395,28	234,92	-
Curva	Tramo 64	422+395,28	422+605,24	209,96	-117
Recta	Tramo 65	422+605,24	423+722,30	1117,06	-
Curva	Tramo 66	423+722,30	424+809,00	1086,7	934
Recta	Tramo 67	424+809,00	426+000,00	1191	-

Tabla 11. Características de trazado de la carretera tramo a tramo. Fuente: Elaboración propia.

B. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL SEGÚN LA NORMATIVA

En el caso del presente trabajo, el tramo de carretera analizado tiene una velocidad de proyecto de 60 km/h, por lo que las longitudes, mínimas y máxima, recomendables, extraídas de la tabla 4.1 de la normativa de trazado son las siguientes:

(V _p) (km/h)	L _{min,S} (m)	L _{min,O} (m)	L _{max} (m)
60	83	167	1002

Tabla 12. Longitudes mínima y máxima recomendables en alineaciones rectas para una velocidad de proyecto de 60 km/h. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la tabla 4.1 de la Norma 3.1-IC.

Por lo que se detecta que existen una serie de tramos en los que no se cumplen las limitaciones:

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	
Recta	Tramo 11	413+709,49	415+064,06	1354,57	-	L>L _{max}

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	
Curva	Tramo 16	416+424,61	416+582,17	157,56	-382	
Recta	Tramo 17	416+582,17	416+697,94	115,77	-	$L < L_{min,O}$
Curva	Tramo 18	416+697,94	416+929,73	231,79	-800	
Curva	Tramo 20	417+539,66	417+638,84	99,18	89	
Recta	Tramo 21	417+638,84	417+720,71	81,87	-	$L < L_{min,S}$
Curva	Tramo 22	417+720,71	417+791,71	71	-176	
Curva	Tramo 24	417+906,96	418+018,75	111,79	90	
Recta	Tramo 25	418+018,75	418+076,71	57,96	-	$L < L_{min,S}$
Curva	Tramo 26	418+076,71	418+199,48	122,77	-79	
Curva	Tramo 28	418+298,75	418+367,67	68,92	92	
Recta	Tramo 29	418+367,67	418+477,06	109,39	-	$L < L_{min,O}$
Curva	Tramo 30	418+477,06	418+544,35	67,29	77	
Recta	Tramo 31	418+544,35	418+602,57	58,22	-	$L < L_{min,S}$
Curva	Tramo 32	418+602,57	418+697,61	95,04	-85	
Recta	Tramo 33	418+697,61	418+761,97	64,36	-	$L < L_{min,O}$
Curva	Tramo 34	418+761,97	418+902,94	140,97	-92	
Recta	Tramo 35	418+902,94	418+972,29	69,35	-	$L < L_{min,S}$
Curva	Tramo 36	418+972,29	419+203,91	231,62	157	
Curva	Tramo 42	420+054,92	420+246,05	191,13	-140	
Recta	Tramo 43	420+246,05	420+302,03	55,98	-	$L < L_{min,S}$
Curva	Tramo 44	420+302,03	420+440,72	138,69	141	
Curva	Tramo 46	420+643,76	420+705,91	62,15	-40	
Recta	Tramo 47	420+705,91	420+772,14	66,23	-	$L < L_{min,S}$
Curva	Tramo 48	420+772,14	420+898,00	125,86	48	
Curva	Tramo 53	421+323,62	421+414,51	90,89	-201	
Recta	Tramo 54	421+414,51	421+525,14	110,63	-	$L < L_{min,O}$
Curva	Tramo 55	421+525,14	421+681,35	156,21	-127	
Curva	Tramo 57	421+757,78	421+814,31	56,53	-61	
Recta	Tramo 58	421+814,31	421+859,36	45,05	-	$L < L_{min,O}$
Curva	Tramo 59	421+859,36	421+939,83	80,47	-87	

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	
Curva	Tramo 60	421+939,83	422+051,51	111,68	154	
Recta	Tramo 61	422+051,51	422+100,56	49,05	-	$L < L_{min,0}$
Curva	Tramo 62	422+100,56	422+160,36	59,8	78	
Recta	Tramo 65	422+605,24	423+722,30	1117,06	-	$L > L_{max}$
Recta	Tramo 67	424+809,00	426+000,00	1191	-	$L > L_{max}$

Tabla 13. Análisis del cumplimiento de las longitudes mínimas y máxima de rectas.

Fuente: Elaboración propia.

Otra condición a cumplir presentada en la normativa de trazado y expuesta en el apartado anterior es el radio mínimo y el peralte máximo de las alineaciones curvas para una velocidad de proyecto dada. En el tramo estudiado se ha de cumplir lo siguiente:

(V_p) (km/h)	Radio mínimo (m)	Peralte máximo (%)
60	130	7,00

Tabla 14. Relación velocidad de proyecto - radio mínimo - peralte máximo para una velocidad de 60 km/h. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la tabla 4.4 de la Norma 3.1-IC.

Por lo que, como se puede ver a continuación, gran parte de las curvas no cumplen con el radio mínimo e, incluso, están muy por debajo de éste.

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	
Curva	Tramo 20	417+539,66	417+638,84	99,18	89	$< R_{min}$
Curva	Tramo 24	417+906,96	418+018,75	111,79	90	$< R_{min}$
Curva	Tramo 26	418+076,71	418+199,48	122,77	-79	$< R_{min}$
Curva	Tramo 28	418+298,75	418+367,67	68,92	92	$< R_{min}$
Curva	Tramo 30	418+477,06	418+544,35	67,29	77	$< R_{min}$
Curva	Tramo 32	418+602,57	418+697,61	95,04	-85	$< R_{min}$
Curva	Tramo 34	418+761,97	418+902,94	140,97	-92	$< R_{min}$
Curva	Tramo 38	419+313,51	419+513,62	200,11	74	$< R_{min}$
Curva	Tramo 39	419+513,62	419+704,49	190,87	-64	$< \frac{1}{2} R_{min}$
Curva	Tramo 46	420+643,76	420+705,91	62,15	-40	$< \frac{1}{2} R_{min}$

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	
Curva	Tramo 48	420+772,14	420+898,00	125,86	48	$< \frac{1}{2} R_{\min}$
Curva	Tramo 51	421+075,97	421+213,47	137,5	-57	$< \frac{1}{2} R_{\min}$
Curva	Tramo 52	421+213,47	421+323,62	110,15	46	$< \frac{1}{2} R_{\min}$
Curva	Tramo 55	421+525,14	421+681,35	156,21	-127	$< R_{\min}$
Curva	Tramo 56	421+681,35	421+757,78	76,43	74	$< R_{\min}$
Curva	Tramo 57	421+757,78	421+814,31	56,53	-61	$< \frac{1}{2} R_{\min}$
Curva	Tramo 59	421+859,36	421+939,83	80,47	-87	$< R_{\min}$
Curva	Tramo 62	422+100,56	422+160,36	59,8	78	$< R_{\min}$
Curva	Tramo 64	422+395,28	422+605,24	209,96	-117	$< R_{\min}$

Tabla 15. Relación de alineaciones curvas de radio inferior al mínimo establecido en la norma 3.1-IC para una velocidad de proyecto de 60 km/h. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se analiza la relación entre radios de curvas circulares consecutivas. Se diferencia según el caso de que se trate:

- La relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia ha de cumplir lo establecido en la tabla 4.7 de la normativa de trazado, expuesta en este mismo documento en el apartado anterior. En el tramo estudiado los radios de curvas consecutivas se encuentran en la horquilla entre 50 y 450 metros, menos uno que excede de 1.800 metros, por lo que las condiciones a cumplir serán las siguientes:

R (m)	R' (m)
50 – 450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$
>1800	$R' \geq 700$

Tabla 16. Relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia para radios entre 50 y 450 m y superiores a 1.800 m. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la tabla 4.7 de la Norma 3.1-IC.

No cumplen dicha condición en ambos sentidos de circulación las siguientes curvas consecutivas:

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)
Curva	Tramo 5	412+155,40	412+470,69	315,29	-295
Curva	Tramo 6	412+470,69	412+668,52	197,83	4187
Curva	Tramo 37	419+203,91	419+313,51	109,6	-198
Curva	Tramo 38	419+313,51	419+513,62	200,11	74
Curva	Tramo 48	420+772,14	420+898,00	125,86	48
Curva	Tramo 49	420+898,00	420+958,38	60,38	-134
Curva	Tramo 50	420+958,38	421+075,97	117,59	143
Curva	Tramo 51	421+075,97	421+213,47	137,5	-57
Curva	Tramo 52	421+213,47	421+323,62	110,15	46
Curva	Tramo 53	421+323,62	421+414,51	90,89	-201
Curva	Tramo 55	421+525,14	421+681,35	156,21	-127
Curva	Tramo 56	421+681,35	421+757,78	76,43	74
Curva	Tramo 59	421+859,36	421+939,83	80,47	-87
Curva	Tramo 60	421+939,83	422+051,51	111,68	154

Tabla 17. Conjunto de alineaciones curvas consecutivas que incumplen la relación entre radios consecutivos para una velocidad de proyecto de 60 km/h. Fuente: Elaboración propia.

- La relación entre radios de curvas circulares consecutivas con recta intermedia de longitud limitada deberá cumplir también las condiciones expuestas en el caso anterior. Se considerará recta de longitud limitada, para una velocidad de proyecto de 60 km/h, aquella que no exceda de 85 m. A continuación, se muestran los tramos en los que no se cumple dicha condición:

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)
Curva	Tramo 20	417+539,66	417+638,84	99,18	89
Recta	Tramo 21	417+638,84	417+720,71	81,87	-
Curva	Tramo 22	417+720,71	417+791,71	71	-176
Curva	Tramo 34	418+761,97	418+902,94	140,97	-92
Recta	Tramo 35	418+902,94	418+972,29	69,35	-
Curva	Tramo 36	418+972,29	419+203,91	231,62	157
Curva	Tramo 57	421+757,78	421+814,31	56,53	-61
Recta	Tramo 58	421+814,31	421+859,36	45,05	-

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)
Curva	Tramo 59	421+859,36	421+939,83	80,47	-87
Curva	Tramo 60	421+939,83	422+051,51	111,68	154
Recta	Tramo 61	422+051,51	422+100,56	49,05	-
Curva	Tramo 62	422+100,56	422+160,36	59,8	78

Tabla 18. Conjunto de alineaciones curvas consecutivas con recta intermedia de longitud limitada que incumplen la relación entre radios consecutivos para una velocidad de proyecto de 60 km/h. Fuente: Elaboración propia.

- Por último, cuando se unan alineaciones curvas consecutivas con alineación recta intermedia de mayor longitud que la correspondiente a la recta de longitud limitada (vista en el párrafo anterior), el radio de la curva circular de salida R' en el sentido de la marcha y para carreteras del Grupo 3, como es el presente caso, será mayor o igual que el doble del radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto. Anteriormente se ha expuesto que para una carretera C-60 como la actual, el radio mínimo de la curva es de 130 m, por lo que el radio mínimo de la curva de salida será 260 m.

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	Sentido
Curva	Tramo 1	411+000	411+054	54,24	-250	Ambos
Recta	Tramo 2	411+054,24	411+156,28	102,04	-	
Curva	Tramo 3	411+156,28	411+288,52	132,24	205	Asc
Recta	Tramo 4	411+288,52	412+155,40	866,88	-	
Curva	Tramo 5	412+155,40	412+470,69	315,29	-295	Asc
Curva	Tramo 18	416+697,94	416+929,73	231,79	-800	
Recta	Tramo 19	416+929,73	417+539,66	609,93	-	
Curva	Tramo 20	417+539,66	417+638,84	99,18	89	Ambos
Curva	Tramo 22	417+720,71	417+791,71	71	-176	
Recta	Tramo 23	417+791,71	417+906,96	115,25	-	
Curva	Tramo 24	417+906,96	418+018,75	111,79	90	Ambos
Curva	Tramo 26	418+076,71	418+199,48	122,77	-79	
Recta	Tramo 27	418+199,48	418+298,75	99,27	-	
Curva	Tramo 28	418+298,75	418+367,67	68,92	92	
Recta	Tramo 29	418+367,67	418+477,06	109,39	-	

Elemento	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	Sentido
Curva	Tramo 30	418+477,06	418+544,35	67,29	77	
Curva	Tramo 39	419+513,62	419+704,49	190,87	-64	Ambos
Recta	Tramo 40	419+704,49	419+851,74	147,25	-	
Curva	Tramo 41	419+851,74	420+054,92	203,18	171	
Curva	Tramo 44	420+302,03	420+440,72	138,69	141	Ambos
Recta	Tramo 45	420+440,72	420+643,76	203,04	-	
Curva	Tramo 46	420+643,76	420+705,91	62,15	-40	
Curva	Tramo 53	421+323,62	421+414,51	90,89	-201	Ambos
Recta	Tramo 54	421+414,51	421+525,14	110,63	-	
Curva	Tramo 55	421+525,14	421+681,35	156,21	-127	
Curva	Tramo 62	422+100,56	422+160,36	59,8	78	Ambos
Recta	Tramo 63	422+160,36	422+395,28	234,92	-	
Curva	Tramo 64	422+395,28	422+605,24	209,96	-117	
Recta	Tramo 65	422+605,24	423+722,30	1117,06	-	Desc
Curva	Tramo 66	423+722,30	424+809,00	1086,7	934	

Tabla 19. Conjunto de alineaciones curvas consecutivas con recta intermedia de longitud superior a la longitud limitada que incumplen la relación entre radios consecutivos para una velocidad de proyecto de 60 km/h. Fuente: Elaboración propia.

C. RESUMEN

- Al comienzo y al final del tramo objeto de estudio existen 3 alineaciones rectas que exceden la longitud máxima recomendable y producen inconsistencia con el resto del trazado.
- En la zona de montaña, entre los p.k. 417+539,66 y 422+605,24, la mayor parte de las rectas no cumplen con la longitud mínima recomendada.
- Gran parte del tramo transcurre en terreno accidentado de montaña y está formado por multitud de radios que no respetan el mínimo recomendado.
- Durante todo el recorrido existe una mala relación entre radios de curvas circulares consecutivas, debido a los muy reducidos radios y a la longitud muy limitada de rectas.
- El uso de una cantidad tan alta de radios diferentes puede repercutir en alto grado en las expectativas del conductor a la hora de realizar el recorrido.

- El uso de radios amplios y longitudes de rectas prolongadas, previo al inicio al tramo sinuoso compuesto por radios reducidos de curvas consecutivas y longitudes de rectas inferiores a las recomendadas, muestra una inconsistencia en el diseño y un empeoramiento de la seguridad vial.
- Comparando el presente análisis de cumplimiento de la normativa con los datos de accidentabilidad se puede apreciar que el mayor número de accidentes se producen en el tramo de montaña (P.K. 417+539 – 422+605,24). Es decir, más de la mitad de los accidentes se concentran en una tercera parte del recorrido.
- También es importante resaltar la gran accidentabilidad concentrada en puntos concretos de intersección de vehículos, como son la intersección que comunica la N-322 con la CM-3207, que se encuentra toda ella en curva, y la intersección que comunica la N-322 con la AB-205, que se encuentra entre un tramo de largas rectas y amplios radios y el comienzo del tramo de montaña con rectas y radios reducidos.

D. CONCLUSIÓN

El tramo objeto de estudio presenta inconsistencia en su trazado por una disposición incorrecta de los radios en las alineaciones curvas, unas longitudes de rectas inferiores a las mínimas entre alineaciones curvas y tramos rectos de gran longitud previos al comienzo de un largo tramo compuesto por curvas de radios reducidos.

Se entiende que debido al alto grado de inconsistencia y al constante incumplimiento de la normativa no sería factible actuar de manera puntual, por lo que cabe pensar en actuaciones más generalizadas para adecuar dicho trazado y mejorar la consistencia del tramo. De manera que, permita una circulación más segura y libre de sorpresas por parte del conductor.

6.3. CONEXIONES

Antes de comenzar a analizar las conexiones del tramo objeto de estudio se ha de explicar la diferencia entre conexión y acceso. Por tanto, una conexión a una carretera es una entrada o salida a la misma desde y hacia cualquier vía o tramo que tenga la consideración de carretera. Sin embargo, un acceso directo, o simplemente acceso, a una carretera es la entrada o salida a la misma desde y hacia cualquier vía o tramo que no tenga la consideración de carretera.

A efectos de aplicación de la Norma 3.1-IC de Trazado siempre serán consideradas como conexiones las entradas y salidas de una carretera de:

- Las áreas de servicio (de concesión administrativa).

- Las áreas de descanso.
- Las actuaciones urbanísticas (derivadas del desarrollo urbanístico). Se entiende por actuación urbanística cualquier actividad o acción urbanizadora de diverso tipo, uso y/o destino (residencial, industrial, comercial, de servicios, dotacional, etc.) que surja como consecuencia del desarrollo o ejecución de un planeamiento urbanístico.
- Otros elementos funcionales cuyo diseño no figure explícitamente en la Norma 3.1-IC de Trazado, tales como aparcamientos para estacionamiento de vehículos, áreas de pesaje, etc.

Las conexiones se llevan a cabo mediante nudos viarios, que son zonas en las que concurren dos o más vías, pudiéndose pasar al menos de una a otra. Éstos se clasifican en intersecciones y enlaces, según la nueva ley de carreteras 37/2015.

Teniendo en cuenta que una intersección es aquella en que todos los movimientos se realizan en el mismo plano y ninguna trayectoria cruza a otra a distinto nivel, y que los enlaces son aquellos en los que alguno de los movimientos se realiza a distinto nivel, en el tramo objeto de estudio todos los movimientos de entrada y salida se llevan a cabo por medio de intersecciones.

Las intersecciones además se consideran puntos singulares, que modifican las condiciones de circulación de los vehículos, por lo que en ellas la accidentabilidad es, por lo general, más elevada que en los tramos contiguos de carreteras.

A la hora de estudiar las intersecciones se tendrá que tener en cuenta la capacidad, la velocidad e intensidades de la vía principal, pero no solo basta con esto, también hay que tener en cuenta la disposición y acondicionamiento de la intersección, fijándose en los ángulos de cruce, canalización de giros, disposición de carriles centrales de espera, disposición y longitudes de carriles de aceleración y deceleración, distancias de visibilidad, y la situación de la intersección con respecto al trazado en planta y alzado.

Existen diferentes tipos de intersecciones dependiendo del número de ramales y la disposición entre ellos. Un ramal es cada uno de los tramos de carretera que concurren en la intersección y forman parte de ella.

- Intersección en T: formada por tres ramales donde el ángulo mínimo entre dos de ellos es superior a 60°.
- Intersección en Y: formada por tres ramales donde el ángulo entre dos de ellos es inferior a 60°.

- Intersección en X: formada por cuatro ramales donde al menos uno de ellos es inferior a 60°.

Éstas, a su vez, pueden ser canalizadas o sin canalizar. Una intersección canalizada es aquella en la que los movimientos de los vehículos se realizan por vías definidas mediante isletas o señales horizontales.

A continuación, se presentan las distintas intersecciones del tramo objeto de estudio y sus características:

Estación	Canalizada / No Canalizada	Ángulo	Tipo
412+315	Canalizada	94°-86°	T
412+825	Canalizada	79°-101°	T
417+485	No Canalizada	58°	X
422+380	Canalizada	37°	Y

Tabla 20. Intersecciones existentes en el tramo de estudio y tipo. Fuente: Elaboración propia.

6.3.1. INTERSECCIÓN CANALIZADA PK 412+315

La presente intersección está canalizada y une la N-322, objeto del presente estudio, con la CM-3207, además sirve de acceso al municipio de Alborea, siendo el más cercano a la localidad de Albacete.

En este punto se han producido diversos accidentes por colisión de vehículos en marcha, lateral y frontolateral. Por lo que, existe un riesgo real que se va analizar a continuación.

La canalización se lleva a cabo mediante isletas y señales horizontales, contando con un carril central de espera para realizar giros a izquierda.



Ilustración 6. Intersección N-322 con CM-3207. Fuente: Google Maps.

El principal inconveniente de la presente intersección es su ubicación en plena alineación curva, pese a que la normativa de trazado especifica que “se emplearán alineaciones rectas, en carreteras convencionales, en las proximidades de cruces y tramos de detención obligada”. El no cumplir esta premisa da lugar a una reducción de la visibilidad de cruce que puede dar lugar a colisiones y problemas de seguridad vial. Por lo que, a continuación, se analiza la visibilidad de cruce. Para ello calcularemos previamente la distancia de cruce, que es 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.

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

Se considerará V (velocidad) como la V_p (velocidad de proyecto del tramo) para hallar la distancia de cruce mínima. Además, como se trata de un cruce con maniobra de giro a la izquierda con carriles centrales de almacenamiento y espera, el tiempo en segundos que se tarda en realizar el movimiento completo de cruce (t_c) se obtendrá de la siguiente ecuación:

$$t_c = t_p + \sqrt{\frac{2 \cdot (3 + l + w)}{9,8 \cdot j}}$$

Siendo:

- t_p = el tiempo de percepción y reacción del conductor, en segundos. Se adoptará un valor de 2 segundos.
- l = la longitud (m) del vehículo que atraviesa la vía. Para turismos corresponde una longitud de 4,80 metros.
- w = ancho (m) de los carriles atravesados. En el caso del tramo objeto de estudio el ancho total es de 3,5 metros, puesto que solo cruza un carril hasta llegar al carril de almacenamiento y espera.
- j = aceleración del vehículo que realiza el movimiento de cruce, en unidades "g". Para turismos se considera $j=0,150$.

Se obtiene finalmente una distancia de cruce de 102 metros. Por lo tanto, la visibilidad de cruce ha de ser mayor a dicha distancia. Además, el ramal perteneciente a la carretera secundaria se incorpora a la principal con la rasante en rampa, lo que condiciona más la visibilidad en el cruce.



Ilustración 7. Intersección N-322 con CM-3207 desde carril de espera de CM-3207.

Fuente: Google Maps.



Ilustración 8. Intersección N-322 con CM-3207, detalle ramal en rampa. Fuente: Google Maps.



Ilustración 9. Cruce N-322 con CM-3207 en sentido descendente desde carril central de almacenamiento y espera. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la normativa de trazado se establece que aquellos vehículos que circulen por la vía principal (N-322, en este caso) aproximándose al cruce, deberán disponer obligatoriamente de la visibilidad de parada y, además, de la correspondiente visibilidad de decisión. Ambas son mayores que la visibilidad de cruce, por lo que en las imágenes que se muestran a continuación se puede apreciar que no se cumplen ni en sentido ascendente ni en sentido descendente.



*Ilustración 10. Cruce N-322 con CM-3207 en sentido descendente. Fuente:
Elaboración propia.*



*Ilustración 11. Cruce N-322 con CM-3207 en sentido ascendente. Fuente: Google
Maps.*

6.3.2. INTERSECCIÓN CANALIZADA 412+825

Esa intersección conecta la presente N-322 con el ramal de entrada al municipio de Alborea.

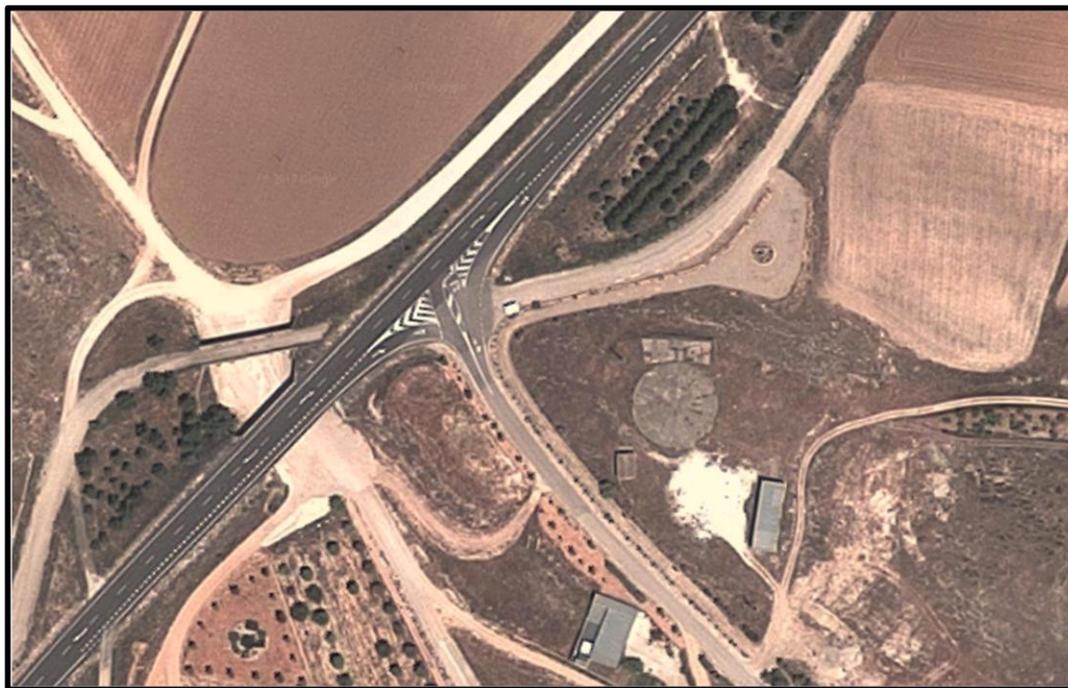


Ilustración 12. Conexión N-322 con municipio de Alborea. Fuente: Google Maps.

La canalización se lleva a cabo mediante carril de aceleración y deceleración. Y su distancia de cruce, por tanto, se calculará del siguiente modo:

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

Se considerará V (velocidad) como la V_p (velocidad de proyecto del tramo) para hallar la distancia de cruce mínima. Además, como se trata de un cruce con maniobra de giro a la izquierda si-n carriles centrales de almacenamiento y espera, el tiempo en segundos que se tarda en realizar el movimiento completo de cruce (t_c) se obtendrá de la siguiente ecuación:

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

Siendo:

- t_p = el tiempo de percepción y reacción del conductor, en segundos. Se adoptará un valor de 2 segundos.
- l = la longitud (m) del vehículo que atraviesa la vía. Para turismos corresponde una longitud de 4,80 metros.
- w = ancho (m) de los carriles atravesados. En el caso del tramo objeto de estudio el ancho total es de 7 metros.

- j = aceleración del vehículo que realiza el movimiento de cruce, en unidades “g”. Para turismos se considera $j=0,150$.

Finalmente se obtiene una distancia de 120 metros. Y, como se puede comprobar en las siguientes imágenes, la visibilidad de cruce se cumple correctamente en ambos sentidos.



Ilustración 13. Detalle de visibilidad de cruce en sentido ascendente. Pk. 412+825.

Fuente: Google Maps.



Ilustración 14. Detalle de visibilidad de cruce en sentido descendente. Pk. 412+825.

Fuente: Elaboración propia.

Los ramales de la intersección están en buen estado y cumplen lo establecido en la normativa, por lo que no se plantea mejorar dicha conexión.

6.3.3. INTERSECCIÓN NO CANALIZADA PK 417+485

La intersección, ubicada en el PK 417+485 une la presente N-322 con la AB-205 que conecta con el municipio de Casas de Ves. Esta intersección no está canalizada.

Se ha considerado el presente cruce como intersección porque sirve al tráfico de Casas de Ves y a los municipios aledaños, y porque existen numerosas tierras agrícolas de diferentes propietarios que tienen su único acceso desde dicho punto.

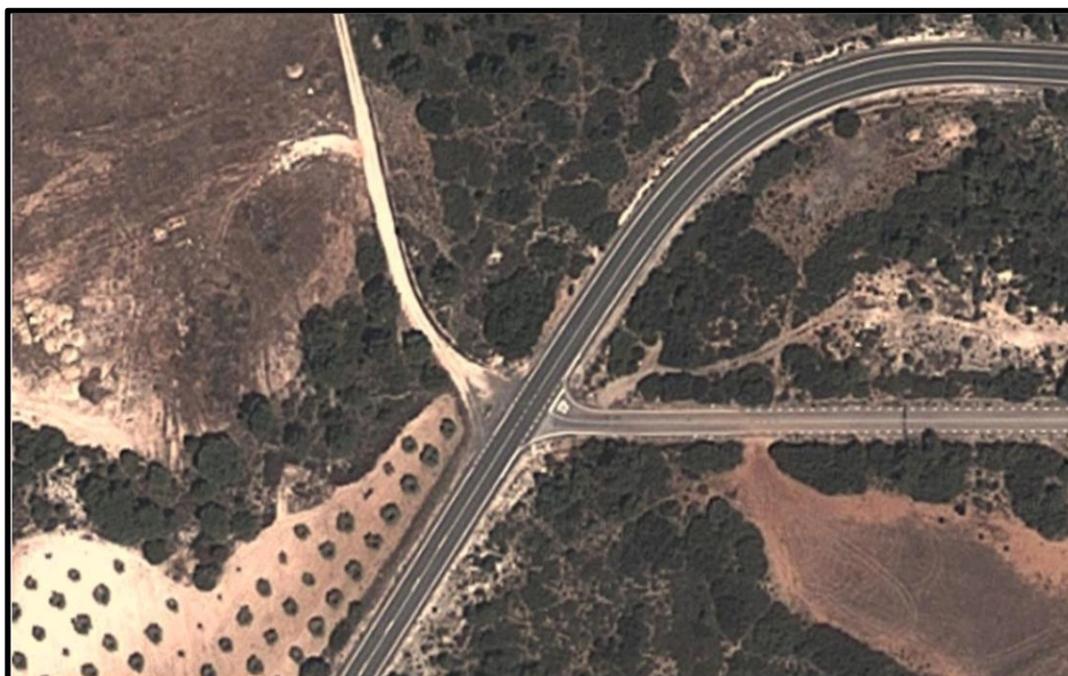


Ilustración 15. Intersección N-322 con AB-205. Fuente: Google Maps.

El principal inconveniente de la presente intersección es la falta de canalización, dado que se encuentra después de una curva, en sentido descendente, y en paralelo al acceso a un coto de caza (acceso agrícola), por lo que se cruzan diversas trayectorias en un espacio limitado y con poca visibilidad. A continuación, se analiza la visibilidad mediante el cálculo de la distancia de cruce mínima (D_c), como en la intersección anterior.

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

En este caso se trata de una intersección con cruce del sentido opuesto por maniobra de giro a la izquierda sin carriles centrales de almacenamiento y espera, por lo que el tiempo que se tarda en realizar el movimiento completo de cruce (t_c) se calculará del siguiente modo:

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

Siendo el tiempo de percepción y reacción del conductor (t_p) de 2 segundos, la longitud del vehículo turismo (l) de 4,80 metros, el ancho de los carriles atravesados (w) 7 metros y la aceleración del vehículo que realiza el movimiento de cruce (j) 0,150 g. Se obtiene finalmente un t_c de 7,19 segundos y una D_c de 120 metros.

A continuación, se aprecia un detalle de dicha distancia sobre la carretera principal:



Ilustración 16. Detalle D_c mínima sobre N-322 en intersección 417+485. Fuente: Google Maps.

Y, como se puede apreciar en la siguiente imagen, no se cumple la visibilidad de cruce desde dicho punto:



Ilustración 17. Detalle visibilidad cruce con carretera AB-205 en sentido ascendente.

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, sí que se cumple en sentido contrario:



Ilustración 18. Detalle visibilidad cruce con carretera AB-205 en sentido descendente.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar también que la visibilidad de parada y la de decisión tampoco se cumplen en sentido descendente.



Ilustración 19. Detalle visibilidad intersección con carretera AB-205 en sentido descendente. Fuente: Elaboración propia.

Además, la inclinación del ramal de entrada a la AB-205 con respecto a la carretera principal (N-322) y el poco margen de maniobra provoca que en ocasiones el ramal contrario se vea invadido en la maniobra de incorporación a la AB-205.



Ilustración 20. Intersección con AB-205 en sentido descendente. Fuente: Google Maps.

Finalmente, destacar que en este punto han tenido lugar tres accidentes por colisión de vehículos en marcha.

6.3.4. INTERSECCIÓN CANALIZADA PK 422+380

Se trata de una intersección canalizada que conecta la N-322 con la AB-2002. Es de tipo Y formando un ángulo de 37° con la carretera principal y su canalización se basa en un carril de deceleración para adaptarse al ramal de entrada a la AB-2002 y una vía complementaria y paralela en sentido creciente para el cambio de sentido a fin de poder adaptarse a dicho carril de deceleración de forma segura sin incrementar el tiempo de recorrido, para realizar dicha maniobra, en más de cinco minutos, como indica la Norma en el apartado 9.1.2 de maniobras de giro a la izquierda.

Sin embargo, no existe en dicho cruce la capacidad de unirse a la carretera principal en sentido decreciente, puesto que el giro a izquierdas es sumamente peligroso debido a encontrarse la intersección en plena curva y debido a la velocidad que alcanzan los vehículos en la recta de más de un kilómetro previa a ésta en sentido descendente. Esta incorporación, sin embargo, puede desplazarse mediante el cambio de sentido posibilitado por una serie de rotondas próximas al cruce.

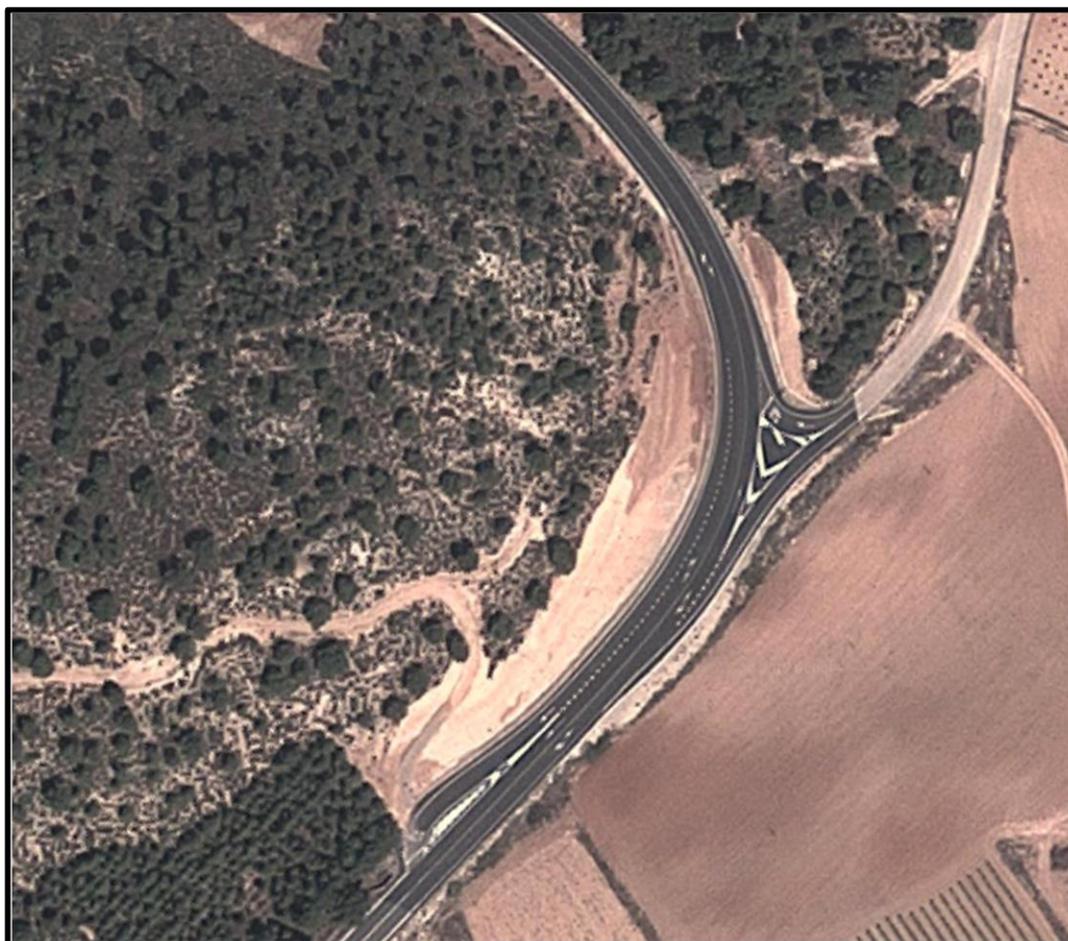


Ilustración 21. Intersección P.K. 422+380. Fuente: Google Maps.

La visibilidad de cruce en este caso se calculará del siguiente modo:

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

Se considerará V (velocidad) como la V_p (velocidad de proyecto del tramo) para hallar la distancia de cruce mínima. Además, como se trata de un cruce con maniobra de giro a la izquierda sin carriles centrales de almacenamiento y espera, el tiempo en segundos que se tarda en realizar el movimiento completo de cruce (t_c) se obtendrá de la siguiente ecuación:

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

Como se ha explicado anteriormente, t_p será de 2 segundos, la longitud del vehículo turismo 4,80 metros, el ancho de los carriles atravesados será de 7 metros y la aceleración para turismos (j) será de 0,150g. Se obtiene finalmente una distancia de cruce de 120 metros, que afectará tanto al carril de cambio de sentido como al carril de espera para incorporarse a la vía principal en sentido ascendente. Como se aprecia en las siguientes imágenes cumple en ambos casos.



Ilustración 22. Distancia de cruce desde carril de cambio de sentido en sentido creciente. Fuente: Google Maps.



Ilustración 23. Visibilidad de cruce desde carril de cambio de sentido en sentido creciente. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 24. Distancia de cruce desde carril de cambio de sentido en sentido decreciente. Fuente: Google Maps.



Ilustración 25. Visibilidad de cruce desde carril de cambio de sentido en sentido decreciente. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 26. Distancia de cruce desde carril de espera en sentido decreciente. Fuente: Google Maps.



Ilustración 27. Visibilidad de cruce desde carril de espera en sentido decreciente.

Fuente: Elaboración propia.

Como se ha podido apreciar la presente intersección se considera que no presenta problema directo sobre la seguridad vial.

6.4. ACCESOS

En el punto 4.3 ya se ha explicado la diferencia entre una conexión y un acceso. A continuación, se analizarán cada uno de los accesos existentes.

Los accesos constituyen un elemento de potencial alteración de las condiciones de circulación debido a la baja velocidad de los movimientos de incorporación y salida de vehículos y a la interferencia de estos movimientos con las trayectorias de la circulación principal. En muchos casos, los problemas se deben a la ausencia de la canalización de los accesos o a que es inadecuada para los movimientos que soporta. Este es el caso de los accesos del tramo objeto de estudio, son de tipo directo ya que la incorporación de los vehículos a la carretera se produce sin utilizar vías de servicio u otro tipo de conexión. Este tipo de accesos provocan reducciones de velocidad o incluso detenciones de los vehículos que inician la maniobra de giro hacia el acceso y de los movimientos de incorporación a la carretera. Todo ello da lugar a diferencias de velocidad acusadas y puede desencadenar alcances, colisiones laterales o maniobras de adelantamiento inapropiadas. Todo esto se puede ver agravado por los ángulos agudos en la incorporación o la existencia de acuerdos verticales, construcciones o vegetación que obstruyan la visión.

Los diferentes tipos de acceso que pueden presentarse en una carretera convencional son los siguientes:

- Instalaciones de servicios: instalaciones de titularidad privada que albergan estaciones de servicio y unidades de suministro (definidas como tales en la normativa específica), restaurantes, hoteles, talleres mecánicos, cafeterías y, en general, cuantas otras satisfagan necesidades de los usuarios de la carretera.
- Explotaciones donde se desarrollen actividades económicas que generen importantes tráficos: edificaciones o predios, utilizados por una colectividad, o en los que se ubique un establecimiento destinado a la contratación de bienes o servicios, o fincas que sean objeto de una explotación económica de cualquier tipo y que generen importantes tráficos en dichos accesos.
- Caminos agrícolas y otras vías públicas sin consideración de carretera.
- Edificaciones residenciales aisladas o fincas sin una actividad económica que genere importantes tráficos en dichos accesos.

Para construir un acceso de los descritos anteriormente, el interesado debe solicitar una autorización a la autoridad competente sobre la carretera, en este caso la carretera es estatal.

En el tramo a tratar existen numerosos accesos que por su aspecto y características parecen autorizados, pero por otro lado existen algunos que no cuentan con las características que establecen las recomendaciones. Se analizarán con mayor detenimiento, por tanto, los accesos que tienen una mayor influencia en la seguridad vial de la carretera. Es decir, aquellos que tengan problemas de visibilidad producto de su ubicación, de la rasante de uno de los ramales, o por obstáculos como estructuras o árboles situados en el borde del acceso. Se utiliza este criterio porque, según normativa, los accesos deben disponer de una visibilidad superior a la distancia de parada para el carril y sentido de circulación de la margen en que se sitúa.

La normativa de trazado 3.1-IC recomienda que para carreteras convencionales C-60 de $IMD < 1.500$ veh/día los accesos a instalaciones de servicio y a explotaciones donde se desarrollen actividades económicas se realizarán mediante cuña reducida, mientras que para caminos agrícolas y para accesos a edificaciones residenciales aisladas o fincas sin actividad económica se llevarán a cabo mediante envolvente de giro.

En relación a las distancias entre un acceso y otro se recomienda que exista al menos una distancia de 250 metros. Por lo que será recomendable agrupar accesos próximos para evitar la posible generación de problemas en la circulación.

Una vez dispuesto lo anterior se estudia cada uno de los accesos existentes en la siguiente tabla:

Accesos N-322						
Estación	Sentido	Tipo de acceso				Problema
		Inst. de servicios	Activ. econ. tráfico importante	Camino agrícola	Edif. aislada	
411+329	Amb			X		Cercano a otro acceso y calzada en mal estado
411+533	Asc			X		Cercano a otro acceso y calzada en mal estado
411+997	Asc				X	Ninguno
412+022	Des			X		Calzada en mal estado
412+471	Asc		X			Cercano a otro acceso, ramal en oblicuo, calzada en mal estado y deterioro señalización horizontal
412+572	Des				X	Calzada en mal estado
412+670	Asc		X			Calzada en mal estado y cercano a otro acceso y a otra intersección
413+200	Des			X		Calzada en mal estado
413+817	Amb			X		Calzada en mal estado
414+090	Asc			X		Calzada en mal estado
414+109	Des			X		Calzada en mal estado
414+387	Asc			X		Calzada en mal estado
414+653	Amb			X		Ramal en pendiente y calzada en mal estado
415+163	Asc				X	Calzada en mal estado
415+532	Asc			X		Calzada en mal estado
415+572	Des			X		Calzada en mal estado
415+862	Asc			X		Calzada en mal estado
415+941	Des			X		Calzada en mal estado
416+096	Asc			X		Calzada en mal estado, ramal en pendiente y cercano a otro acceso
416+275	Des			X		Calzada en mal estado

Accesos N-322						
Estación	Sentido	Tipo de acceso				Problema
		Inst. de servicios	Activ. econ. tráfico importante	Camino agrícola	Edif. aislada	
416+594	Des			X		Calzada en mal estado
416+734	Asc			X		Calzada en mal estado y cercano a otro acceso
416+910	Amb			X		Cercano a otro acceso, calzada en mal estado y en sentido ascendente pendiente en ramal
417+127	Amb			X		Calzada en mal estado y cercano a otro acceso y en sentido ascendente pendiente en ramal
417+485	Des			X		Calzada en mal estado, acceso después de curva con pérdida de visibilidad y frente a intersección
420+150	Amb			X		Calzada en mal estado
421+810	Asc			X		Calzada en mal estado

Tabla 21. Accesos existentes en el tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Una vez ubicados todos los accesos y el uso de la vía a la cual dan paso, se presentan los siguientes problemas:

- La existencia de material térreo y de cantos en la vía principal es causa de aumento de la peligrosidad y disminución de la seguridad vial en una carretera, puesto que disminuye la adherencia de los neumáticos a la vía. Este hecho en muchas ocasiones está provocado por la existencia de accesos en mal estado, que hace que los vehículos que circulan por dicho acceso y posteriormente se incorporen a la carretera principal arrastren ese tipo de materiales hasta la vía principal. Por lo tanto, es un aspecto a evitar de forma generalizada en todos los accesos a la vía principal.
- Además de esta situación generalizada, existen otros problemas puntuales e intrínsecos de cada acceso, como se ha visto en la tabla anterior. Por lo que, a continuación se analizará cada uno de ellos de manera aislada.

6.4.1. ACCESOS 411+329 Y 411+533, SENTIDO ASCENDENTE

Se realiza un estudio conjunto del presente par de accesos porque el principal problema encontrado es la proximidad entre ellos. A continuación, se presentan evidencias gráficas del presente hecho:

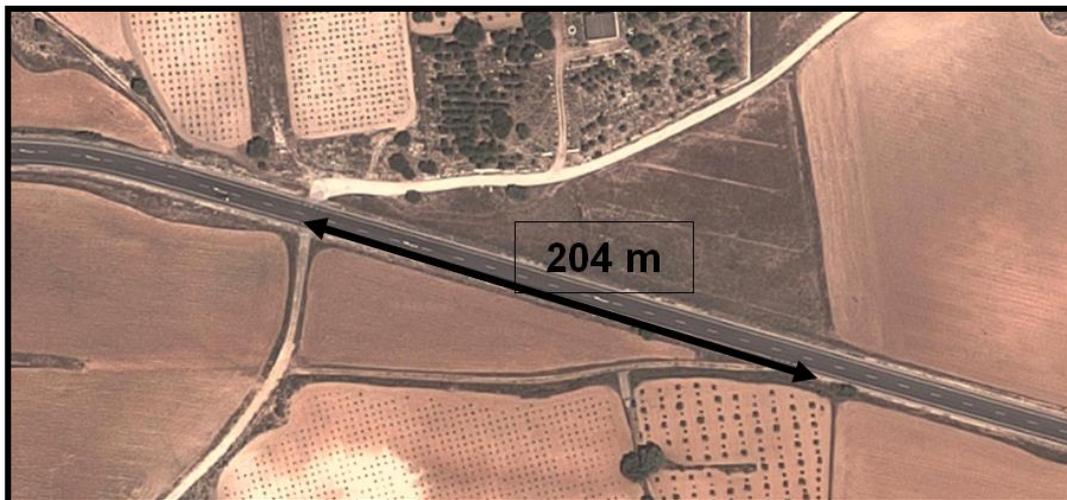


Ilustración 28. Distancia entre acceso 411+329 y 411+533. Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.

Por otro lado, se muestran una serie de imágenes para demostrar que la visibilidad de ambos accesos cumple la normativa, puesto que no existen obstáculos lo suficientemente altos ni desniveles en dicho punto de la carretera que dificulten la visión.



Ilustración 29. Visibilidad en sentido creciente del acceso 411+329. Fuente: Google Maps.



Ilustración 30. Visibilidad en sentido decreciente del acceso 411+329. Fuente: Google Maps.



Ilustración 31. Visibilidad en sentido creciente del acceso 411+533. Fuente: Google Maps.



Ilustración 32. Visibilidad en sentido decreciente de acceso 411+533. Fuente: Google Maps.

6.4.2. ACCESO 412+471 EN SENTIDO ASCENDENTE

Este acceso da servicio principalmente a la Cooperativa del Campo “San Isidro” del municipio de Alborea y genera un tráfico principalmente agrícola.

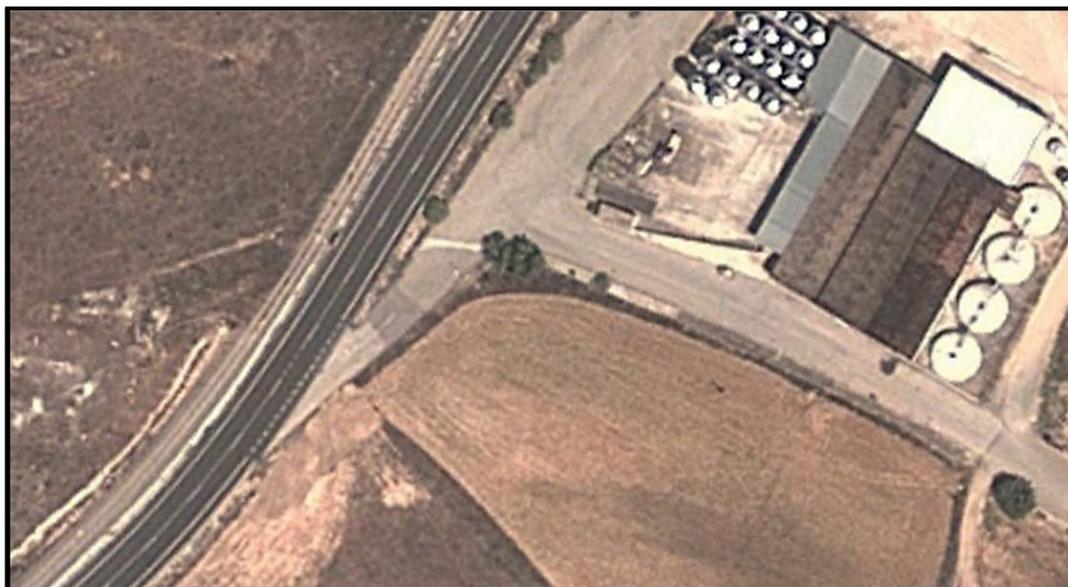


Ilustración 33. Acceso 412+471. Fuente: Google Maps.

La estructuración del acceso mediante marcas viales horizontales permite canalizar los movimientos. Existe una zona de espera o STOP para los vehículos que se incorporan a la vía principal, esta marca vial aparece previamente a la línea discontinua permitiendo, de este modo, que los vehículos que toman el acceso desde el carril en sentido decreciente tengan espacio suficiente para maniobrar e incorporarse a éste.



Ilustración 34. Detalle acceso 412+471. Fuente: Google Maps.

Se ha de destacar el estado de las marcas viales, que se encuentran bastante desgastadas y en mal estado, así como el estado del firme y la transición entre firmes.



Ilustración 35. . Estado marca vial acceso 412+471. Fuente: Elaboración propia.

6.4.3. ACCESO 412+471, 412+670 y 412+825, EN SENTIDO ASCENDENTE

En este caso se vuelve a analizar el acceso 412+471 estudiado en el punto anterior, pero únicamente para establecer la problemática ocasionada con el acceso 412+670, puesto que son dos accesos que se encuentran muy próximos entre sí, como se puede apreciar en la siguiente imagen:



Ilustración 36. Distancia entre accesos 412+471 y 412+670. Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.

Además, este acceso se encuentra muy próximo a la intersección de P.K. 412+825 de entrada al municipio de Alborea, concretamente al inicio de su carril de deceleración.



Ilustración 37. Distancia entre acceso 412+670 e intersección 412+825. Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.



Ilustración 38. Detalle acceso 412+670 en carril deceleración de intersección 412+825. Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.

6.4.4. ACCESO 416+734 Y 416+910 EN SENTIDO ASCENDENTE

En este caso, también se analizan de forma conjunta ambos accesos porque se encuentran ubicados a una distancia inferior a 250 m.



Ilustración 39. Distancia entre acceso 416+734 y 416+910. Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.

Sin embargo, el camino que comunica con la carretera principal mediante el acceso 416+734 tiene conexión en un punto muy próximo con el acceso directamente anterior (P.K. 416+096).

6.4.5. ACCESOS P.K. 416+910 Y 417+127, EN SENTIDO DESCENDENTE

Como en casos anteriores, el presente par de accesos también se encuentran muy próximos entre sí, como se puede comprobar en la siguiente imagen:



*Ilustración 40. Distancia entre accesos en p.k. 416+910 y 417+127. Fuente:
Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.*

Tanto en sentido ascendente como descendente no se cumple la distancia mínima, pero, además, en sentido ascendente tampoco se cumple la distancia mínima entre el acceso con P.K. 416+910 y el acceso inmediatamente anterior en el P.K. 416+737.



*Ilustración 41. Distancia entre accesos en p.k. 416+910 y 416+737. Fuente:
Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.*

6.4.6. ACCESO P.K. 417+485

El presente acceso se encuentra a continuación de una curva de radio reducido, que hace que descienda su visibilidad. Además, frente a él encontramos la intersección que conecta con la carretera AB-205, por lo que, se tratará junto a ella a la hora de dar una solución que mejore la seguridad vial.



Ilustración 42. Acceso 417+485 y carretera AB-205. Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.

6.5. MÁRGENES

El estado de los márgenes es determinante en caso de producirse la salida de vía de un vehículo. Para intentar minimizar al máximo los riesgos y la gravedad de estos accidentes existen diversas medidas encaminadas a disponer una zona despejada anexa a la carretera que permita que los vehículos maniobren una vez hayan salido de la calzada y se posibilite su reincorporación a ésta.

Las medidas son muy variadas y dependen de muchos factores, para saber qué medida se ha de aplicar en cada punto del margen se debe estudiar cuáles son los puntos en los que se han producido más accidentes por salida de vía y analizar si el margen en dicho punto se encuentra en condiciones óptimas. Además, se debe realizar un análisis generalizado en todo el tramo de carretera objeto de estudio a fin de intentar obtener márgenes pasivos a lo largo de todo el trazado de la vía.

Es importante conocer los tipos de accidentes por salida de vía existentes. En el apartado 3.4 de accidentabilidad se agruparon los accidentes por salida de vía en: Salida de vía con colisión: otro tipo de choque, Salida de vía con colisión: con vuelco, Salida de vía con colisión: choque con árbol o poste, Salida de vía con colisión: choque con cuneta o bordillo, Salida de vía con colisión: choque con muro o edificio, Salida de vía con colisión: con despeñamiento, Salida de vía con colisión: en llano. Para el presente estudio se ha de tener en cuenta la tipología de accidentes que se describen a continuación:

- Salida de la vía con colisión y vuelco: Son accidentes en los que se ha registrado un vuelco posterior a la salida de la vía. Existe una colisión contra elementos de la vía que origina o contribuye a la pérdida de estabilidad del vehículo y posterior vuelco.
- Salida de la vía con colisión: Son accidentes en los que se ha registrado una colisión contra un objeto situado en los márgenes de la vía, ocasionando deformaciones en el vehículo, pero no vuelco.

A continuación, se muestran los accidentes por salida de vía en orden ascendente de punto kilométrico y diferenciando los más próximos, a fin de poder analizar aquellas zonas en las que es más propensa su ocurrencia y el tipo de accidente.

Tipo de accidente: Salida de vía		
KM	Sentido	Tipo
411	Ambos	Salida de la vía por la derecha
411,2	Asc	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Otro tipo de choque
411,3	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
413,5	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
414,4	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
414,7	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
417,6	Asc	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Otro tipo de choque
	Asc	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Con vuelco
417,7	Asc	Salida de la vía por la derecha
	Asc	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Choque con árbol o poste
417,9	Asc	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Con despeñamiento
	Asc	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Otro tipo de choque

Tipo de accidente: Salida de vía		
KM	Sentido	Tipo
418	Des	Salida de la vía por la izquierda
	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
	Des	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Con vuelco
	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
418,3	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
418,6	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Choque con muro o edificio
418,9	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
419,2	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
419,4	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
419,5	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
420,5	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
420,6	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
420,7	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
420,8	Sc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
421,2	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco
421,7	Des	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Otro tipo de choque
422,4	Asc	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
423,2	Asc	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Con vuelco
423,3	Asc	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Con vuelco
423,4	Des	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Choque con cuneta o bordillo
423,5	Des	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Choque con árbol o poste
	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: En llano



Tipo de accidente: Salida de vía		
KM	Sentido	Tipo
424,4	Des	Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Otro tipo de choque
425	Des	Salida de la vía por la izquierda. Con colisión: Choque con cuneta o bordillo

Tabla 22. Accidentes por salida de vía. Fuente: Elaboración propia.

Como se mostró en el apartado 3.4 de accidentabilidad del presente trabajo, los accidentes por salida de vía representan el 50% de accidentes totales en el tramo objeto de estudio. De la presente tabla se deduce que la mayor parte de accidentes por salida de vía se producen entre los kilómetros 417,6 y 419,5, donde se producen hasta 19 accidentes, y corresponde con el trazado más sinuoso del tramo de montaña, con un elevado incumplimiento de normativa. Además, en sentido ascendente es un tramo sinuoso que se desarrolla después de un tramo con rectas alargadas y radios amplios, lo que se demuestra la inconsistencia del trazado.

Una vez expuestos los tipos de accidentes por salida de vía y los puntos del trazado en los que se concentra, se pasa al estudio de los márgenes. Para ello, diferenciaremos entre peligros continuos, que son los dispuestos en una longitud considerable a lo largo de la calzada, y peligros discontinuos, que son los que se presentan de manera puntual. Existen, por tanto, diferentes peligros que se pueden ubicar en uno u otro:

- Cunetas: Pueden provocar el vuelco de los vehículos que abandonan, erráticos, la calzada. Son peligrosas las cunetas con perfiles en V y aquellas con forma trapezoidal con grandes pendientes, o de cualquier tipo con profundidades superiores a 60 centímetros.
- Desmontes y terraplenes: Resultan peligrosos en la medida que pueden provocar el vuelco de los vehículos que salgan incontroladamente de la calzada.
- Puentes, viaductos y coronaciones de muros de sostenimiento: El desnivel existente entre la plataforma y el terreno en puentes, viaductos y coronaciones de muros de sostenimiento constituye un peligro en todos los casos, independientemente de la velocidad.
- Ladera de piedra natural: Las laderas de piedra natural constituyen frecuentemente un peligro por su perfil irregular que puede provocar el vuelco, rebote o enganche del vehículo.

- Pantallas antirruídos, muros y similares: Son consideradas un peligro en toda su longitud independientemente de su altura.
- Bordillos: En altas velocidades pueden producir rebote o el vuelco del mismo. También pueden provocar cambios de trayectoria.
- Árboles: Son peligrosos porque reducen la visibilidad en curvas e intersecciones y a velocidades mayores de 70 km/h provocan accidentes de víctimas mortales.
- Rocas: Las rocas situadas próximas a la vía representan un peligro en caso de accidente por salida de la calzada debido a su gran rigidez. Además, pueden provocar enganches, rebotes o vuelcos en los vehículos que impacten contra ellas.
- Postes de señalización y líneas aéreas: Objetos muy agresivos en caso de impacto debido al fenómeno de enganche.
- Extremos de barrera agresivos: Produce empotramientos o vuelcos por efecto rampa.
- Edificaciones: En caso de accidente por salida de vía, elevado riesgo de choque contra las edificaciones cercanas.
- Altura de barrera insuficiente: puede constituir un grave peligro para los ocupantes de un vehículo en caso de choque contra el sistema de contención ya que existe la posibilidad que se produzca un vuelco.
- Discontinuidades entre barreras de seguridad próximas: Un vehículo que abandona la vía puede introducirse por el espacio comprendido entre dos barreras contiguas pudiendo chocar contra el peligro que dichas barreras intentan proteger.
- Poste de barrera metálica: Cuando un motociclista cae de su vehículo y se desliza en dirección hacia la barrera de seguridad, puede ocurrir, si el sistema no está provisto de sistemas de protección adecuados para motociclistas: que el motociclista impacte contra alguno de los postes de la barrera o que el cuerpo del motociclista traspase el sistema de contención y caiga o impacte contra el obstáculo que se pretende proteger.

A continuación, se exponen aquellos puntos en los que se han detectado problemas en los márgenes:

- De forma puntual existen árboles dispuestos próximos a la calzada:



Ilustración 43. Árbol muy próximo a la calzada. Fuente: Google Maps.



Ilustración 44. Árboles próximos a la calzada. Fuente: Elaboración propia.

- Torre eléctrica muy próxima a calzada y sin protección:



Ilustración 45. Torre eléctrica. Fuente: Google Maps.

- Arqueta protegida mediante pivotes de hormigón y huecos abiertos en superficie, sin rejilla de protección:



Ilustración 46. Arqueta no segura. Fuente: Elaboración propia.

- Existen accesos de anchura angosta con pasos salvacuneta no seguros:



Ilustración 47. Pasos salvacunetas no seguros. Fuente: Elaboración propia.

- En el tramo de montaña es frecuente encontrar zonas delimitadas por un lado en talud con pendiente fuerte y el otro lado en desmante sin barrera de seguridad o con barrera de seguridad con altura insuficiente y árboles próximos:



Ilustración 48. Tramo de calzada delimitado por talud y desmorte. Fuente: Google Maps.

6.6. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

En cuanto a la señalización, la norma 8.2-IC “Marcas Viales” de la Dirección General de Carreteras establece que “La señalización horizontal de las vías públicas, por medio de marcas viales, constituye junto con la señalización vertical una importante ayuda para los usuarios de aquellas, contribuyendo a reglamentar la circulación y balizar la vía, mejorando su comprensibilidad por parte del usuario. La ordenación de la circulación representada por ambas señalizaciones debe coordinarse no sólo entre sí, sino también con otros elementos de la vía –trazado, entorno, etc.-, que asimismo influyen decisivamente en la seguridad y comodidad de su explotación.”

La señalización, por tanto, persigue cuatro objetivos fundamentales en la circulación:

- Aumentar la seguridad.
- Aumentar la eficacia.
- Aumentar la comodidad.
- Facilitar la orientación de los conductores.

Por ello se establecen los cuatro principios básicos de la buena señalización:

- La *claridad* impone transmitir mensajes fácilmente comprensibles por los usuarios, no recargar la atención del conductor reiterando mensajes evidentes y, en todo caso, imponer las menores restricciones posibles a la circulación, eliminando las señales requeridas para definir determinadas circunstancias de la carretera o determinadas restricciones en su uso en cuanto cesen de existir esas condiciones o restricciones.
- La *sencillez* exige que se emplee el menor número posible de elementos.

- La *uniformidad* requiere que los elementos utilizados, su implantación y los criterios de aplicación sean exclusivamente los descritos en la presente norma.
- La *continuidad* significa que un destino incluido una vez en la señalización debe ser repetido en todos los carteles siguientes hasta que se alcance.

Las marcas longitudinales, son un apoyo básico para la identificación de la trayectoria a seguir por parte de los conductores, por lo que en la medida de lo posible se debe dotar de marcas adecuadas a todas las carreteras. Éstas deben ser uniformes en cuanto a su diseño, posición y aplicación, a fin de que puedan ser fácilmente reconocidas y entendidas por todos los conductores en cualquier circunstancia y, lo más importante, coordinadas con la señalización vertical.

La señalización vertical debe cumplir con lo establecido por la Norma 8.1-IC "Señalización Vertical", que habla de las características de los elementos. A continuación, se explican éstas.

A. TAMAÑO DE LAS SEÑALES

Las señales que hayan de ser vistas desde un vehículo en movimiento en carretera convencional tendrán un tamaño u otro dependiendo de la existencia de arcén:

- Carretera convencional con arcén:

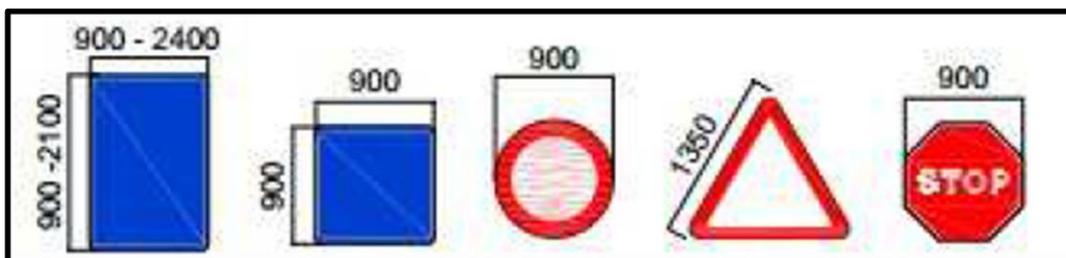


Ilustración 49. Medida señales en carretera convencional con arcén. Fuente: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.

- Carretera convencional sin arcén:

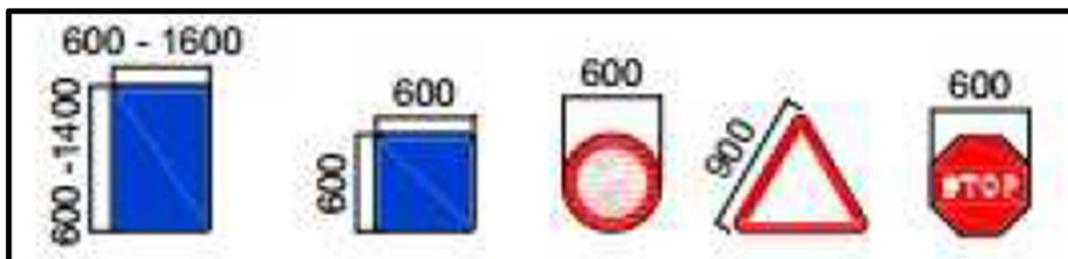
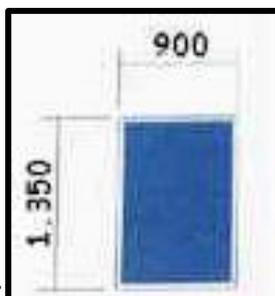


Ilustración 50. Medida señales en carretera convencional sin arcén. Fuente: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.

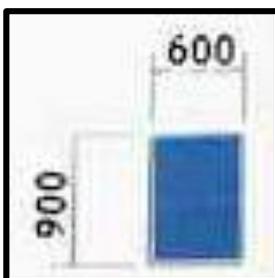
Estas medidas, previa justificación, podrán variar, según las características de la circulación y, en especial, la velocidad.

La altura de las señales rectangulares de servicio y de indicaciones en general, será igual a vez y media su anchura:

- Carreteras convencionales con arcén:



- Carreteras convencionales sin arcén:



No obstante, las dimensiones concretas de cada señal vienen establecidas por el Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras.

Las dimensiones de los paneles complementarios se deducirán del tamaño de la señal a la que complementan, siendo su anchura igual al lado de las señales triangulares y cuadradas, a la anchura de las señales rectangulares o al diámetro de las circulares. La altura dependerá de las inscripciones contenidas, y de las separaciones entre líneas, márgenes y orlas. Los paneles complementarios deberán colocarse debajo de la señal a la que complementan.



Ilustración 51. Señal con panel complementario. Fuente: Elaboración propia.

Las dimensiones de los carteles se deducirán del tamaño de los caracteres y orlas utilizadas, así como de las separaciones entre líneas, orlas y bordes. Además, los carteles formados por lamas ajustarán sus dimensiones a un número múltiplo de éstas.

Los carteles flecha en carreteras convencionales solo podrán tener las alturas y longitudes siguientes:

- Altura: 250, 300, 350, 400, 450, 500 o 550 milímetros.
- Longitud: 700, 950, 1.200, 1.450, 1.700, 1.950 o 2.200 milímetros.
- El ángulo exterior en la punta de los carteles flecha será de 75°.

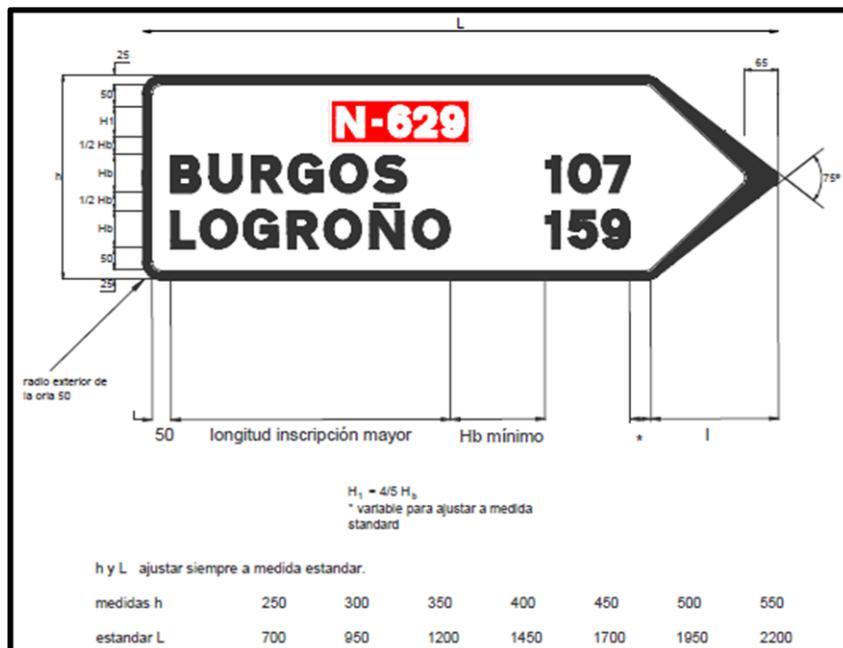


Ilustración 52. Diseño carteles flecha (medidas en mm). Fuente: Norma 8.1-IC
Señalización Vertical.



Ilustración 53. Cartel flecha N-322. Fuente: Elaboración propia.

B. POSICIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LAS SEÑALES

También es importante la disposición de las señales, por ello la Norma 8.1-IC marca una serie de criterios en lo que respecta a la posición longitudinal y transversal, que se indican a continuación.

En general, las señales de advertencia de peligro se colocarán entre 150 y 250 m antes de la sección donde se pueda encontrar el peligro que anuncien, en función de la velocidad de recorrido, de la visibilidad disponible, de la naturaleza del peligro y, en su caso, de la maniobra necesaria. Cuando se refieran a una advertencia que afecte a un tramo de la carretera, se acompañarán con un panel complementario que indique la longitud del tramo afectado por la advertencia.



Ilustración 54. Advertencia con panel complementario de longitud. Fuente: Elaboración propia.

Normalmente, las señales de reglamentación se situarán en la sección donde empiece su aplicación, reiterándose a intervalos correspondientes a un tiempo de recorrido del orden de un minuto, excepto en tramos homogéneos de velocidad, en los que el espaciamiento de estas señales podrá ser mayor y, especialmente, se situarán después de entradas o convergencias.

Como mínimo, las señales se distanciarán entre sí 50 metros para dar tiempo al conductor a percibirlas, analizarlas, decidir y actuar en consecuencia.



Ilustración 55. Espaciamiento entre señales. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la cartelería, se colocará según los siguientes casos:

1. Preseñalización y salida inmediata en enlace con carril de deceleración → El cartel de salida inmediata se colocará en el punto en el que el carril de deceleración alcanza una anchura de 1,5 metros.

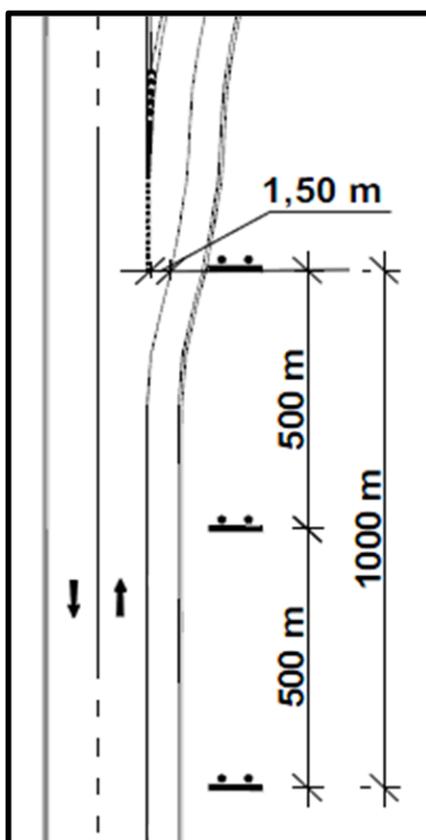


Ilustración 56. Caso 1 de posición longitudinal de señales. Fuente: Norma 8.1-IC
Señalización Vertical.

2. Preseñalización y salida inmediata en enlace con pérdida de carril directo → El cartel de salida inmediata se colocará en el punto donde comienza la línea continua que da origen al cebreado. No obstante, por circunstancias de velocidad o trazado se podrá adelantar esta posición.

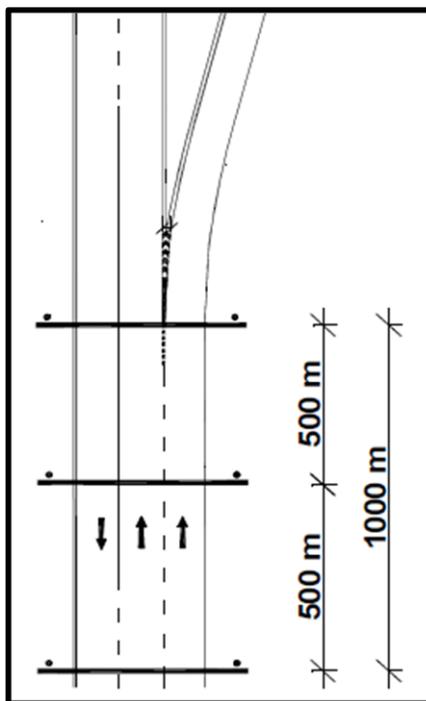


Ilustración 57. Caso 2 de posición longitudinal de señales. Fuente: Norma 8.1-IC
Señalización Vertical.

3. Preseñalización en intersección → En intersecciones con carril de deceleración se aplican los mismos criterios de los puntos 1 y 2. En intersecciones sin carril de deceleración, el cartel de salida inmediata se dispone 200 metros antes del eje de la carretera secundaria.

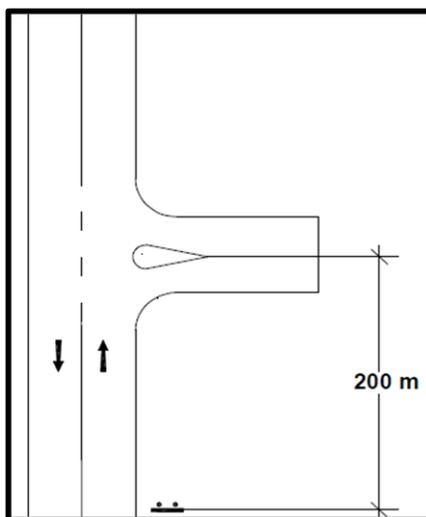


Ilustración 58. Caso 3 de posición longitudinal de señales. Fuente: Norma 8.1-IC
Señalización Vertical.



Ilustración 59. Distancia preseñalización AB-205. Fuente: Google Maps.



Ilustración 60. Cartel preseñalización AB-205. Fuente: Google Maps.

4. Carteles de confirmación después de un enlace → El cartel de confirmación se colocará a 500 metros del punto donde comience el cebreado del carril de aceleración.

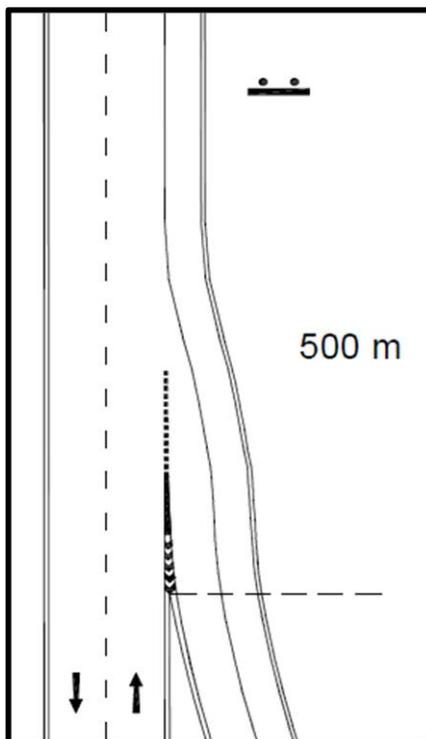


Ilustración 61. Caso 4 de posición longitudinal de señales. Fuente: Norma 8.1-IC
Señalización Vertical.

5. Carteles de confirmación después de una intersección → En intersecciones con carril de aceleración se aplica el mismo criterio del punto 4. En intersecciones sin carril de aceleración, el cartel de confirmación se dispone 200 metros después del eje de la carretera secundaria.

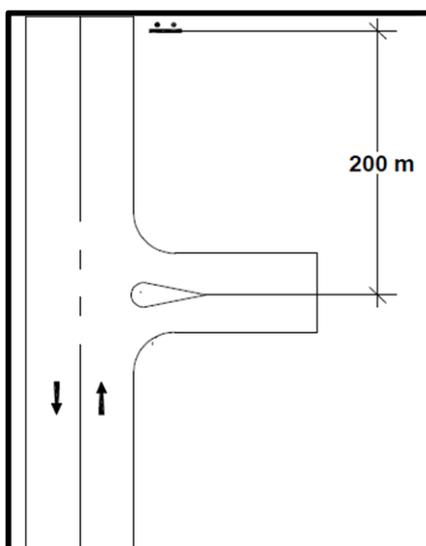


Ilustración 62. Caso 5 de posición longitudinal de señales. Fuente: Norma 8.1-IC
Señalización Vertical.



Ilustración 63. Cartel confirmación después de intersección AB-205. Fuente: Google Maps.

6. Carteles flecha en una intersección → Se situarán al principio de isletas tipo "lágrima" o de encauzamiento, y, excepcionalmente, en el margen opuesto a aquél por el que se accede a la carretera. No se podrán colocar sobre asfalto. Los carteles flecha no se utilizarán como preavisos de la intersección. Por tanto, no se colocará nunca antes del desvío cuya dirección confirma. Siempre se ubicarán en la isleta o, en su defecto, en el margen posterior al desvío, en el sentido de la marcha.

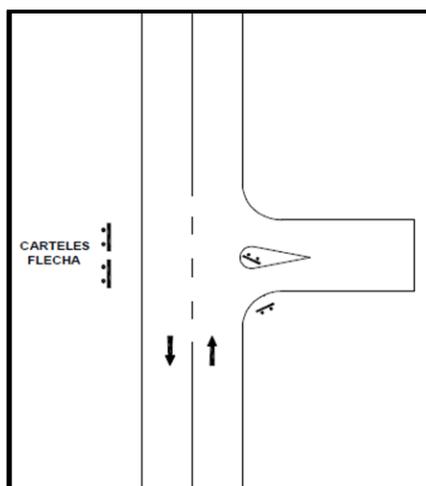


Ilustración 64. Caso 6 de posición longitudinal de señales. Fuente: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.



Ilustración 65. Posición carteles flecha intersección AB-205. Fuente: Google Maps.

7. Señales de localización → Los carteles de localización de poblado se colocarán al principio de la travesía, considerando como tal la parte de tramo urbano en la que existan edificaciones consolidadas al menos en las dos terceras partes de su longitud y un entramado de calles en uno de los márgenes al menos. El resto de los carteles de localización, se situarán lo más cerca posible del principio del punto característico al que se refieran, salvo especificación contraria.

En el presente tramo objeto de estudio no existe ninguna zona de travesía.

Las distancias de cada uno de los casos previos se podrán modificar por razones de trazado.

Por lo que respecta a la posición transversal, las señales de contenido fijo se colocarán en el margen derecho de la plataforma, y también en el margen izquierdo si el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las situadas a la derecha. Se duplicarán siempre en el margen izquierdo las señales R-305, R-306, P-7, P-8, P-9a, P-9b, P-9c, P-10a, P-10b y P-10c.

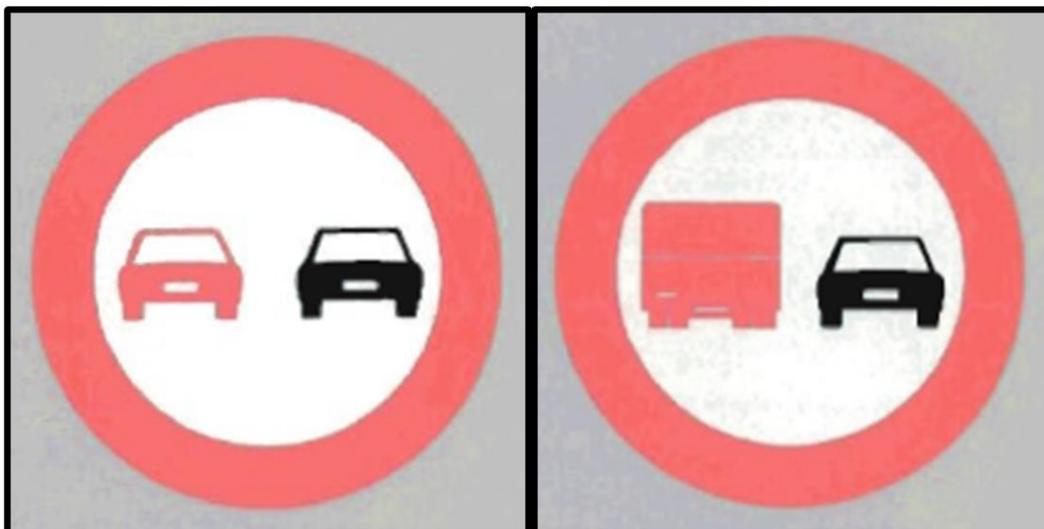


Ilustración 66. Señales R-305 y R-306. Fuente: Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras.



Ilustración 67. Señal R-305 en tramo objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia.

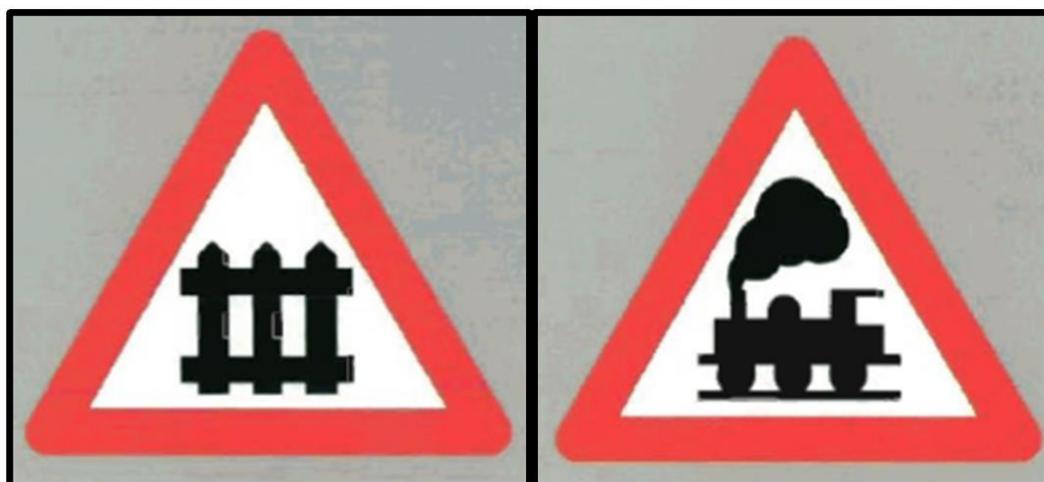


Ilustración 68. Señales P-7 y P-8. Fuente: Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras.

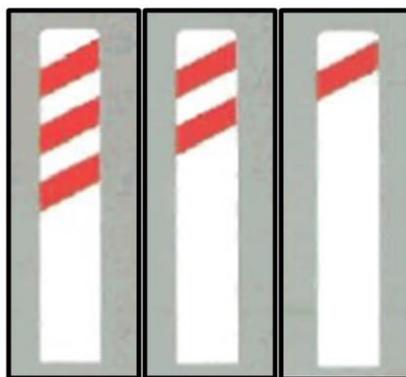


Ilustración 69. Señales P-9a, P-9b y P-9c. Fuente: Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras.

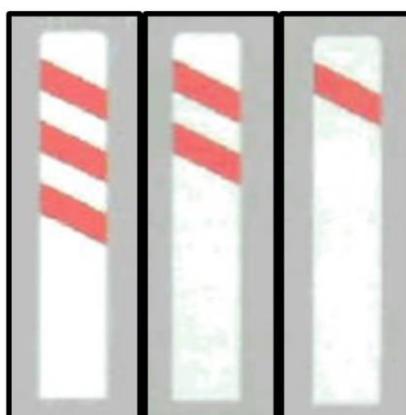


Ilustración 70. Señales P-10a, P-10b y P-10c. Fuente: Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras.

Estas señales se colocarán en puntos en los que no interfieran con ningún elemento del entorno viario como accesos a fincas, vías pecuarias, etc.

Las señales y carteles situados en los márgenes de la plataforma se colocarán de forma que su borde más próximo diste al menos:

- 2,5 metros del borde exterior de la calzada, o 1,5 metros donde no hubiera arcén, que se podrán reducir a 1 metro previa justificación.
- 0,5 metros del borde exterior del arcén.

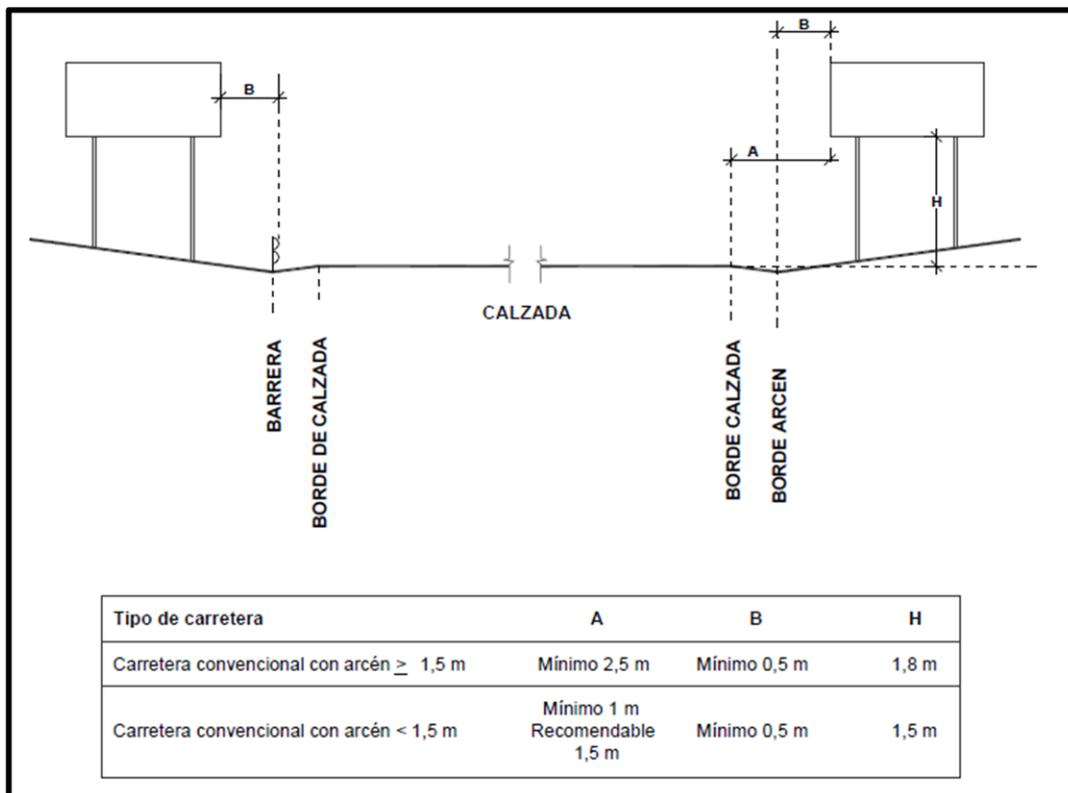


Ilustración 71. Situación de señales y carteles en márgenes de plataforma. Fuente: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.

Los carteles situados en el tramo objeto de estudio están situados a la distancia correcta, con forme establecen los criterios de la norma 8.1-IC vista previamente.

Cuando existan restricciones de espacio (por ejemplo, junto a una barrera rígida) el borde más próximo de la señal o cartel lateral se podrá colocar a un mínimo de 0,5 metros del borde de la restricción más próximo a la calzada, siempre que con ello no se disminuya la visibilidad disponible.

En terreno muy accidentado o isletas de reducidas dimensiones, la separación entre el borde de la calzada y el de la señal o cartel más próximo a ésta no bajará de 0,5 metros.

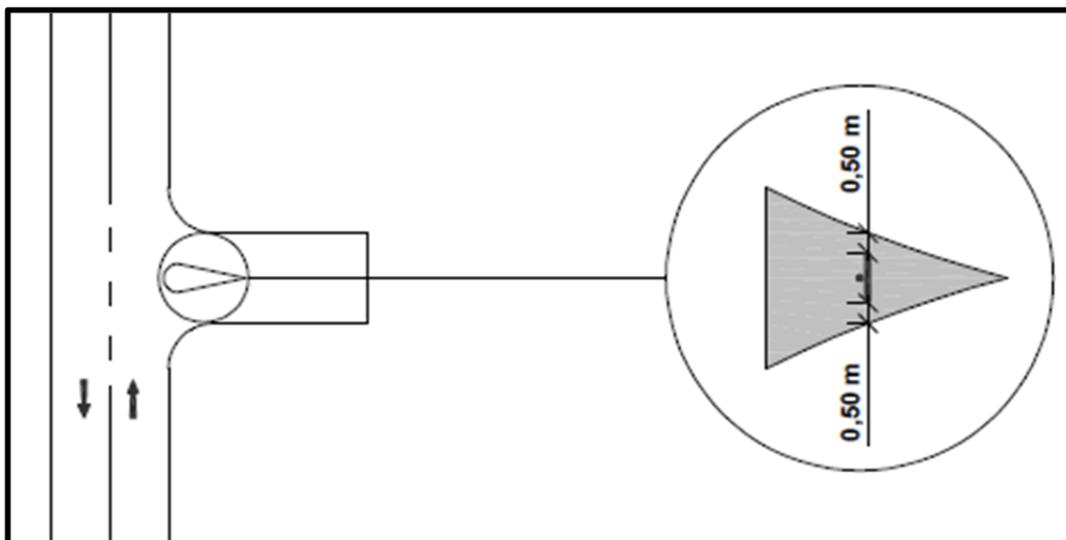


Ilustración 72. Posición transversal de señales de contenido fijo en isleta de reducidas dimensiones. Fuente: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.

Se evitará que unas señales o carteles laterales perturben la visibilidad de otros, o que lo hagan otros elementos situados cerca del borde de la plataforma.

Los postes que sustentan las señales en banderolas y pórticos cumplirán las mismas prescripciones que los carteles laterales en cuanto a la distancia al borde de la calzada en el margen derecho. Siempre que sea posible, las ubicaciones en el margen izquierdo de calzada cumplirán las mismas prescripciones que en el margen derecho.

En función de los distintos usos posibles, los carteles flecha se situarán del siguiente modo:

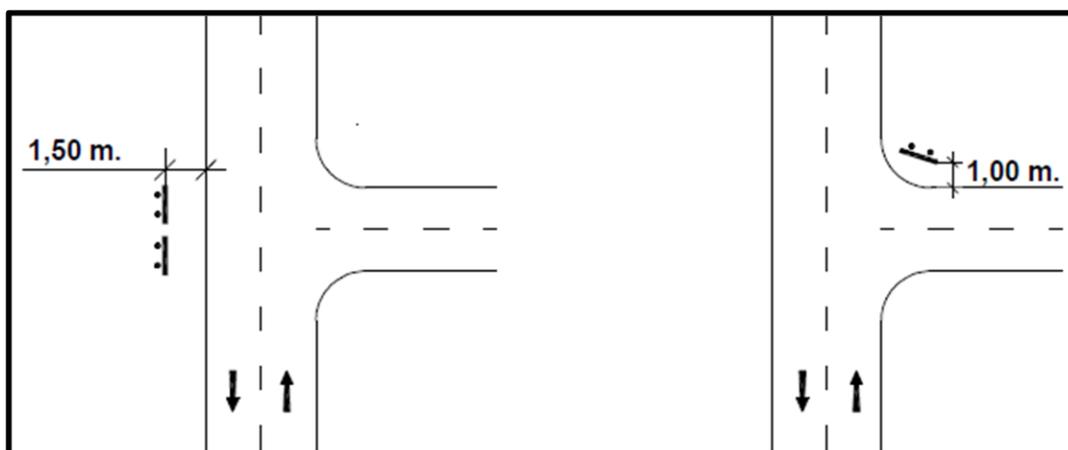
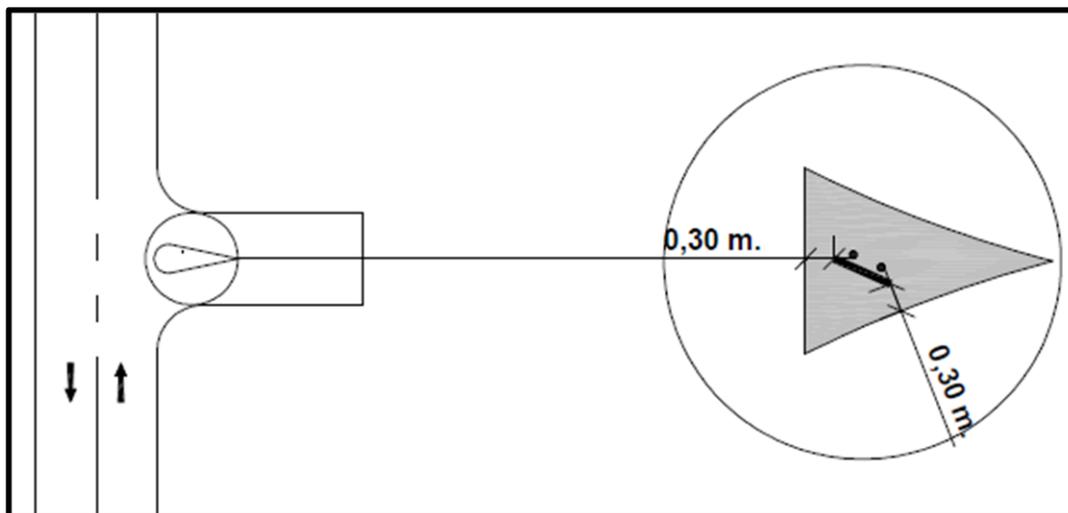


Ilustración 73. Posición transversal de carteles flecha en márgenes. Fuente: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.



*Ilustración 74. Posición transversal de carteles flecha en isleta. Fuente: Norma 8.1-IC
Señalización Vertical.*

Estos carteles flecha nunca se colocarán sobre cebreados, siendo necesaria su ubicación sobre isletas con bordillos.



*Ilustración 75. Ubicación carteles flecha en cruce de N-322 con AB-205. Fuente:
Google Maps.*

En el caso de la intersección con la carretera secundaria AB-205 no se dispone cartel flecha en isleta central dado que el espacio es muy angosto y podría ser peligroso con los vehículos que se incorporan desde el sentido descendente de la carretera principal puesto que tienen poco margen de maniobra.

En cuanto a la altura de las señales o carteles situados en los márgenes de la plataforma, excepto para los carteles flecha, la diferencia de cota entre el borde inferior de la señal o cartel y el borde de la calzada situado en correspondencia con aquellos será la siguiente:

- Carreteras convencionales con arcén de 1,5 metros: 1,8 metros.
- Carreteras convencionales con arcén < 1,5 metros o sin arcén: 1,5 metros.

En el caso de los carteles flecha, éstos se situarán a una altura de al menos 2,20 metros para no entorpecer la visión del tráfico, excepto cuando haya varios apilados, que se podrán colocar dejando libre una altura de 1,70 metros.

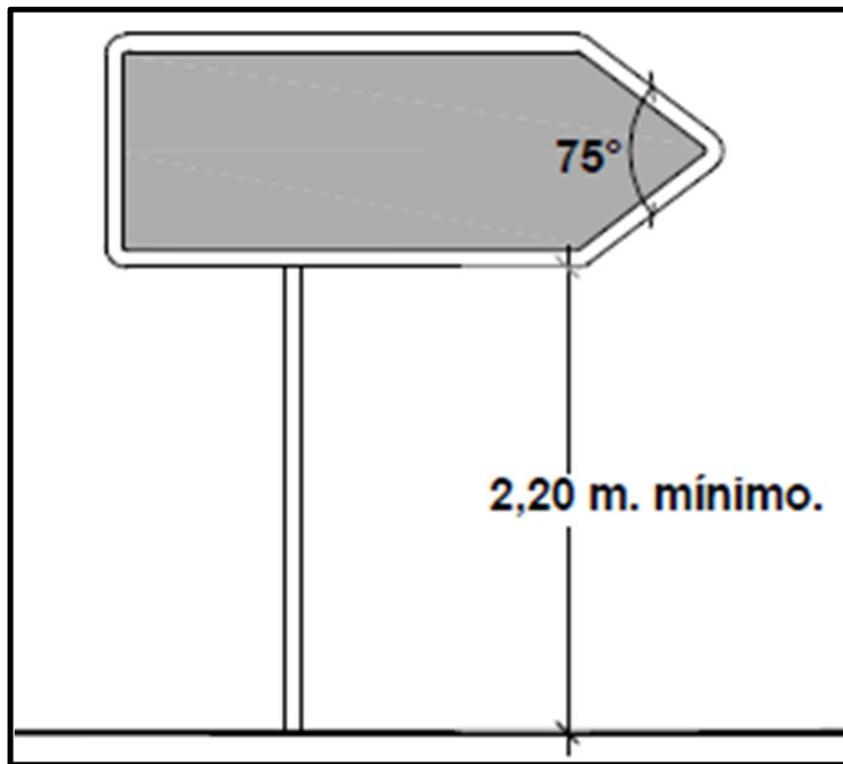


Ilustración 76. Altura carteles flecha. Fuente: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.

Las señales o carteles situados en los márgenes de la plataforma (excepto los carteles flecha) se girarán ligeramente hacia fuera, con un ángulo de 3° (aproximadamente 5 cm/m) respecto de la normal a la línea que una el borde de la calzada frente a ellos, con el punto del mismo borde situado 150 metros antes.

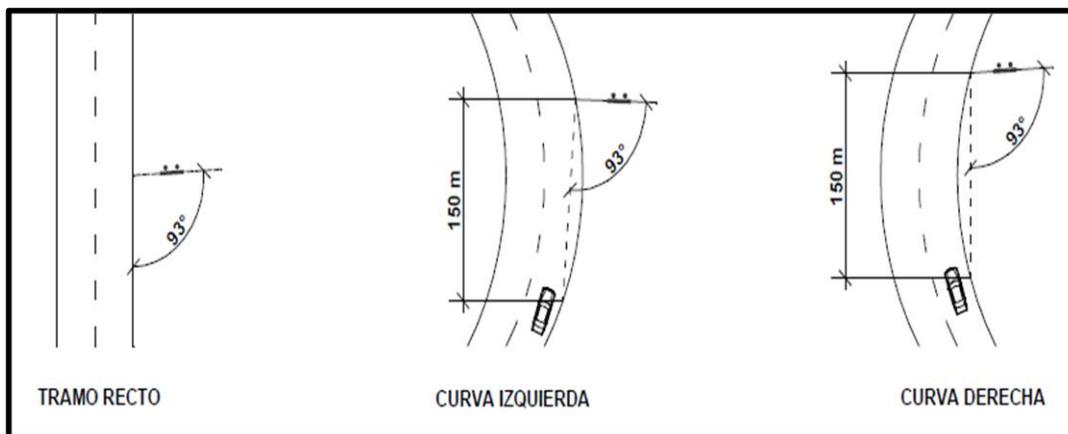


Ilustración 77. Orientación de señales laterales. Fuente: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.

Los carteles situados sobre la calzada se inclinarán ligeramente en desplome (aproximadamente 4 cm/m).

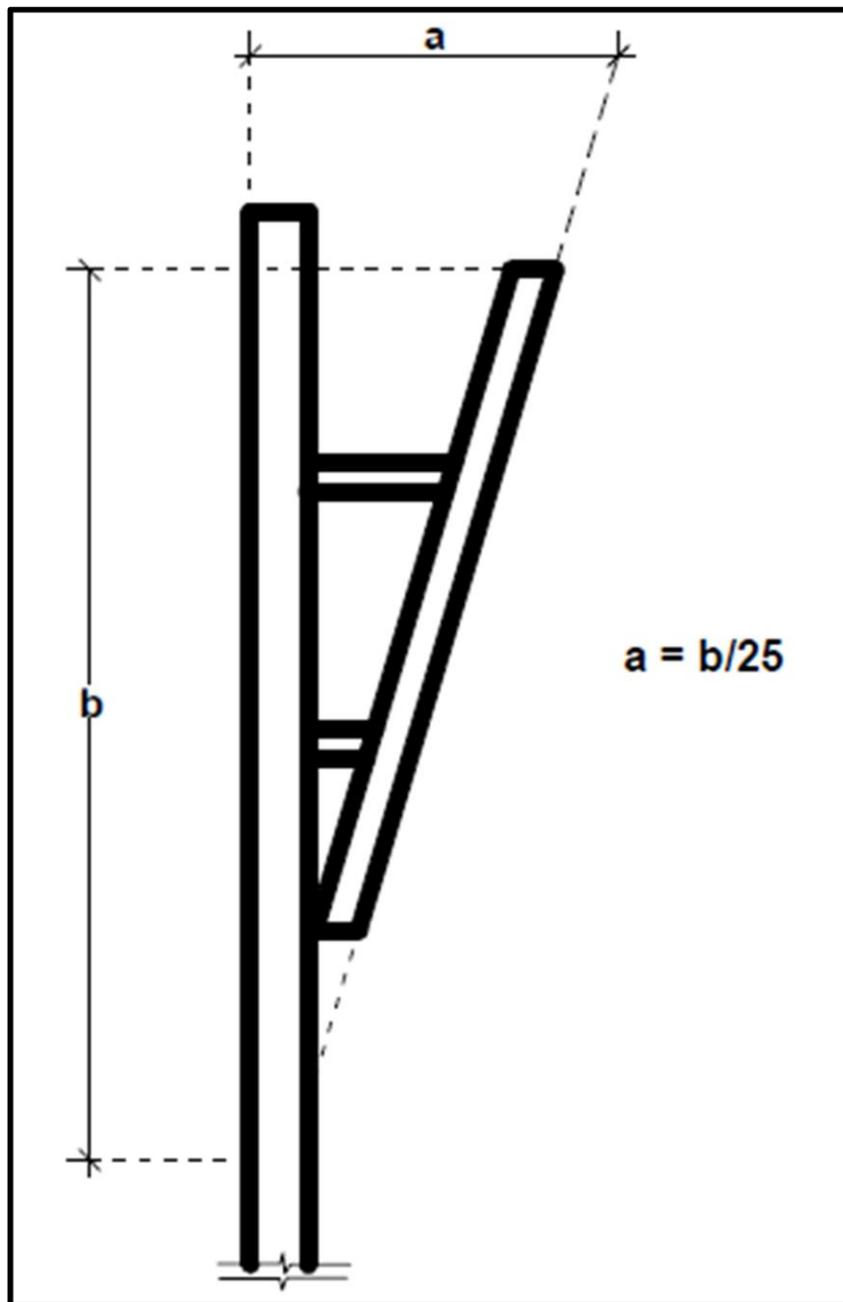


Ilustración 78. Inclinación de carteles sobre la calzada. Fuente: Norma 8.1-IC
Señalización Vertical.

Los carteles flecha se orientarán perpendiculares a la visual del conductor a quien vaya destinado su mensaje, situado 50 metros antes de ellos. Si se orientasen a conductores procedentes de tramos distintos, se dispondrían perpendiculares a la bisectriz del mayor ángulo que formasen las respectivas visuales, sin que el ángulo entre la señal y éstas resulte menor de 45°; si para cumplir este requisito fuera necesario, se podrá repetir la señal tantas veces como fuera preciso.

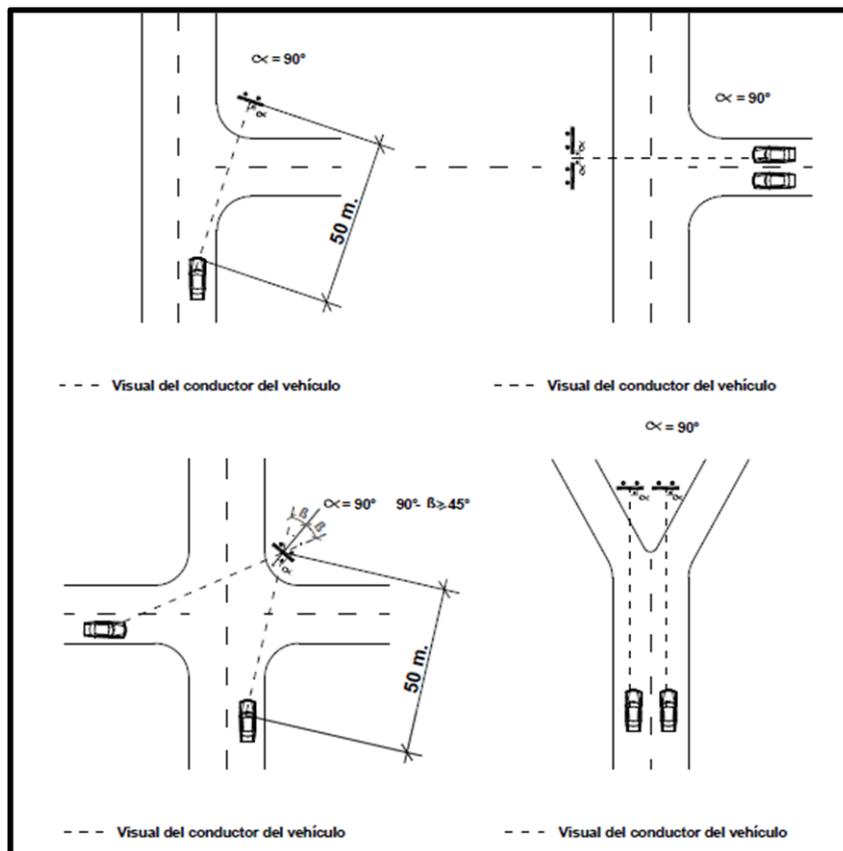


Ilustración 79. Orientación de carteles flecha. Fuente: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.

C. INTERSECCIONES

Debido al gran índice de accidentabilidad del presente tramo objeto de estudio en ciertas intersecciones, se ha de prestar especial atención a la señalización en las intersecciones y de esta forma se podrá contrastar si se cumple en ellas los principios que marca la Norma 8.1-IC "Señalización Vertical" y 8.2-IC "Marcas Viales".

La ordenación de la circulación en cruces a nivel o en convergencias se podrá hacer estableciendo una prioridad fija de paso para una de las dos trayectorias que se cruzan o convergen (que se denominará principal) sobre la otra (que se denominará secundaria), o alternando dicha prioridad en el tiempo mediante un semáforo.

Excepto en cruces con vías sin pavimentar, las prioridades fijas deberán estar explícitamente señalizadas. La ordenación de la circulación en la trayectoria secundaria podrá obligar a su detención en todo caso (STOP), o solo si interfiriese con la circulación de un vehículo por la trayectoria prioritaria (ceda el paso).

La decisión de establecer una prioridad alternativa por medio de semáforos, fuera de poblado y donde fuera posible una velocidad de aproximación superior a 50 km/h,

debe estar muy justificada, ya que implica la pérdida temporal de la prioridad de los vehículos que circulen por la trayectoria principal que, normalmente, forma parte de un itinerario de largo recorrido, por lo que podrán tener que detenerse inopinadamente, con el consiguiente peligro de alcance. En estos casos, se estudiarán todas las alternativas posibles de ordenación de la circulación antes de tomar la citada decisión, y se garantizará que la velocidad de aproximación no rebase 50 km/h desde 75 metros antes del primer semáforo.

Se adoptará la puesta de un STOP en la trayectoria secundaria cuando se den las siguientes circunstancias:

- En cruces con otra trayectoria de igual o mayor importancia, bien por su IMD o porque establezca la continuidad de un itinerario.
- Donde no se instalen semáforos en el cruce con otra carretera en la que la mayoría de los cruces tengan tal ordenación.
- Donde la visibilidad de cruce sobre la trayectoria principal sea restringida.



Ilustración 80. STOP cruce AB-205 con N-322. Fuente: Google Maps.

Se adoptará la puesta de un ceda el paso en la trayectoria secundaria cuando se den las siguientes circunstancias:

- Al principio de un carril de aceleración (no en su final).



Ilustración 81. Ceda el paso en intersección con CM-3207 Fuente: Google Maps.

- En la convergencia de una trayectoria, a través de un carril reservado para girar a la derecha.



Ilustración 82. Ceda el paso en carril para giro a derecha en intersección con CM-3207 Fuente: Google Maps.

- En la entrada a una glorieta, en la que tendrán prioridad los vehículos que circulen por la calzada anular.
- En intersecciones urbanas secundarias, con visibilidad de cruce suficiente y velocidad de aproximación no superior a 50 km/h.

En cruces, se instalarán señales P-1, P-1a o P-1b aproximadamente a las siguientes distancias antes del punto de cruce para señalar la trayectoria principal:

- Vías urbanas: 25 a 50 metros
- Carreteras convencionales con arcén: 200 metros.
- Carreteras convencionales sin arcén: 150 metros.

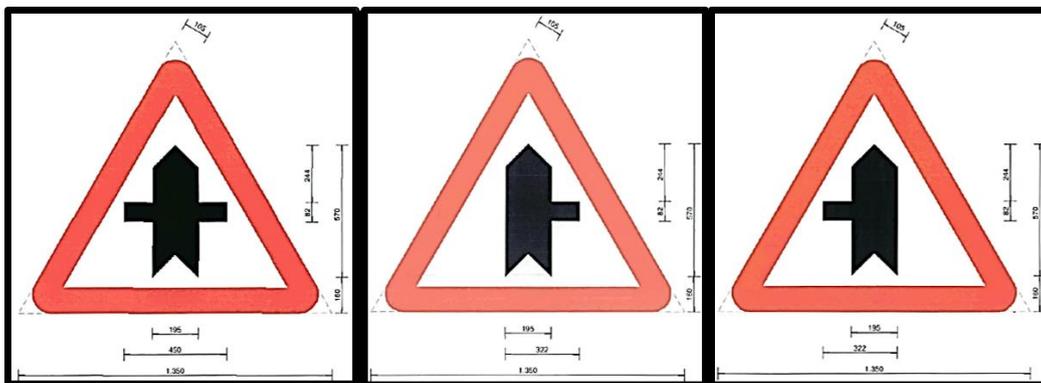


Ilustración 83. Señales P-1, P-1a y P-1b. Fuente: Señales verticales de circulación- Tomo I- Características de las Señales.



Ilustración 84. Señal P-1b previa intersección con CM-3207, sentido descendente
Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 85. Señal P-1a previa intersección con CM-3207, sentido ascendente

Fuente: Google Maps.

Siempre que se utilicen estas señales, las trayectorias secundarias deben tener instaladas señales R-1 (Ceda el paso) o R-2 (Detención obligatoria o STOP).

Donde la trayectoria principal no sea recta, se recomienda instalar una señal R-3, acompañada por un panel S-850 que indique la dirección de aquella y la situación de las secundarias.



Ilustración 86. Señal R-3: Calzada con prioridad. Fuente: Señales verticales de circulación-Tomo I. Características de las Señales.

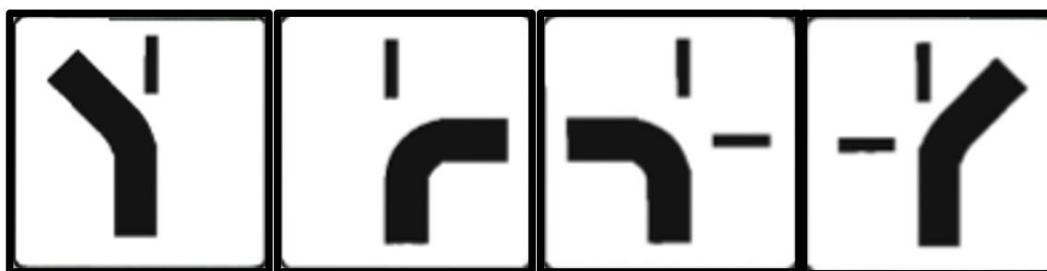


Ilustración 87. Señales S-850: Itinerario con prioridad. Fuente: Señales verticales de circulación-Tomo II. Catálogo y significado de las Señales.

Para las limitaciones de velocidad se tendrán en cuenta la distancia de parada y la visibilidad de parada tal como marca la Instrucción de Carreteras 3.1-IC.

La distancia de parada se define como la total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Se calculará mediante la expresión:

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

Siendo:

- 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 uno).
- t_p = Tiempo de percepción y reacción (s).

A efectos de diseño se considerará como distancia de parada, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto (V_p) del tramo considerado.

El valor del tiempo de percepción y reacción se tomará igual a dos segundos (2s).

A efectos de cálculo, el coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado (f_l) en una maniobra de frenado para diferentes valores de velocidad se obtendrá de la tabla 3.1.de la Norma 3.1-IC, presentada a continuación:

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

Tabla 23. Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado (f_l) en una maniobra de frenado según la velocidad de proyecto. Fuente: Tabla 3.1, Norma 3.1-IC.

Para valores intermedios de dicha velocidad se podrá interpolar linealmente en dicha tabla.

Siendo en el presente caso objeto de estudio:

$V= 60$ Km /h, $f_l= 0.390$, $i= 0.016$, $t_p= 2$ segundos.

Nos da una distancia de visibilidad de 68,50 metros para una $V=60$ km/h.

Para una distancia de visibilidad deseable, $V=80$ km/h, nos da 113.7 metros.

La visibilidad de parada será igual o superior a la distancia de parada mínima, siendo deseable que supere la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto incrementada en veinte kilómetros por hora (20 km/h). En cualquiera de estos casos se dice que existe visibilidad de parada.

En el caso de que las causas por las que no exista visibilidad de parada mínima sean suficientemente justificadas, se establecerán medidas oportunas como la limitación de velocidad.

Analizada la consistencia de la carretera se verifica que existen zonas especialmente peligrosas en las que sí que se ha llevado a cabo convenientemente la señalización y balizamiento de la carretera. Es necesario hacer una buena señalización y un buen balizamiento de las curvas donde vengán precedidas de grandes longitudes de recta.



Ilustración 89. Limitación de velocidad gradual en recta prolongada previa a curva pronunciada. Fuente: Google Maps.

La seguridad de la circulación en curvas requiere no sobrepasar cierta velocidad. Si para ello el conductor precisase reducir la velocidad de aproximación, deberá valorar la situación con suficiente antelación, para no tener que frenar bruscamente y asegurar el control de su vehículo.

La utilización del balizamiento, de señales de advertencia de peligro, de señales de recomendación de la velocidad máxima, de señales de limitación de velocidad, o de una combinación de todos estos elementos, debe ayudar al conductor a tomar sus

propias decisiones. Solo se recurrirá a señales de limitación de velocidad donde no se disponga de la visibilidad necesaria para reducirla con el fin de hacer frente a otras circunstancias (paso a nivel, intersección sin prioridad, etc.) en las que pudiera haber vehículos detenidos o por razones de siniestralidad o por otras características de dichos tramos.

En el balizamiento de curvas se emplearán paneles de balizamiento de curvas compuestos por una placa con franjas de material retrorreflectante blanco de clase RA2 sobre fondo de color azul clase NR, definido en la norma europea.

Los paneles de balizamiento de curvas se utilizan para ayudar al conductor a identificar el trazado de la curva. Además, el primero de los paneles advierte de la peligrosidad de ésta, ya que puede ser simple, doble o triple en función de la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada para tomar la curva.

Por tanto, es necesario conocer la velocidad a la que se puede recorrer cada curva y la velocidad de aproximación del vehículo a la curva (V_a).

Esta velocidad de aproximación del vehículo se calcula teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Distancia entre el fin de limitación de un tramo y el principio de la limitación del siguiente (D).
- Pendiente del tramo intermedio (p).
- Velocidad de la curva anterior, o limitación anterior en su caso (V_1).
- Velocidad de recorrido de la curva a balizar.

En función de la diferencia entre la velocidad de aproximación (V_a) y la velocidad de la curva (V_2) se dispone un primer panel simple, doble o triple, de acuerdo a la siguiente tabla:

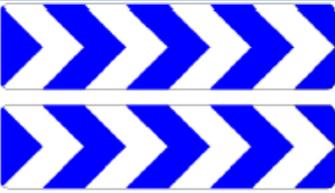
Va – V2	Panel		Señales
Entre 15 km/h y 30 km/h	Simple		P-13 o P-14
Entre 30 km/h y 45 km/h	Doble		P-13 o P-14 + S-7
Más de 45 km/h	Triple		P-13 o P-14 + 2 S-7

Tabla 24. Balizamiento de curva. Fuente: Norma 8.1-IC. Señalización vertical.



Ilustración 90. Balizamiento simple en curva. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 91. Balizamiento doble en curva. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 92. Balizamiento triple en curva. Fuente: Elaboración propia

La señalización de una curva puede ser de recomendación o de limitación de velocidad.

Las recomendaciones de velocidad representan la velocidad que se aconseja no sobrepasar, aunque las condiciones meteorológicas y ambientales de la vía y la circulación sean favorables, y para que la sensación de incomodidad de los ocupantes no sea inaceptable.

En el tramo de montaña estudiado existen varias recomendaciones de velocidad, para la reducción de la velocidad en tramos de curvas pronunciadas.



Ilustración 93. Señal velocidad recomendada a 50 km/h. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 94. Señal velocidad recomendada a 40 km/h. Fuente: Elaboración propia.

Se utilizan limitaciones de velocidad cuando no exista visibilidad suficiente para detenerse ante un obstáculo imprevisto. Aun cuando el trazado de la curva no imponga esta restricción, también puede ser utilizada en tramos como consecuencia de la siniestralidad detectada, o por otras características de dichos tramos.



Ilustración 95. Señal limitación de velocidad a 60 km/h. Fuente: Elaboración propia.

Cuando se disponga una limitación de velocidad, al terminar esta se colocará una señal de fin de limitación o bien una señal con la velocidad genérica de la carretera, o la de la limitación correspondiente al tramo siguiente.

Se recomienda poner escalones de velocidad, tanto en la recomendación como en la limitación, de 20 km/h cuando sea posible, y como máximo de 40 km/h.

E. ADELANTAMIENTO

En carreteras de calzada única y doble sentido de circulación, en las que para adelantar a otro vehículo más lento haya que invadir un carril reservado al sentido contrario, a efectos de la ordenación de la circulación se definirán:

- Tramos de adelantamiento permitido.
- Tramos de preaviso, dentro de los cuales no se debe iniciar un adelantamiento, pero sí se puede completar uno iniciado con anterioridad.
- Tramos de prohibición de adelantamiento, dentro de los cuales no se debe invadir el carril contrario.

La definición de tramos de preaviso y de prohibición de adelantamiento, así como de las distancias de visibilidad, se atenderán a lo dispuesto sobre ellos en la Norma 8.2-IC "Marcas Viales".

A efectos de aplicación de la Norma 3.1-IC de Trazado y del cálculo de los tramos con distancia de adelantamiento en carreteras convencionales, se define como distancia de adelantamiento D_a , la distancia necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido

opuesto. Se medirá a lo largo del eje que separa los dos sentidos de circulación y se obtendrá teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Para iniciar la prohibición de adelantar (final de la marca vial discontinua), valores menores que los de la distancia D_{a1} , indicados en la siguiente tabla:

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_{a1} (m)	50	75	100	130	165	205	250

Tabla 25. Distancia mínima de adelantamiento. Fuente: Norma 3.1-IC. Trazado.

Si no existe la distancia mínima requerida D_{a1} se dispondrá marca vial continua.

- Para finalizar la prohibición de adelantar (inicio de la marca vial discontinua), los valores de la distancia D_{a2} serán los indicados en la siguiente tabla:

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_{a2} (m)	150	180	220	260	300	340	400

Tabla 26. Distancia mínima entre marcas viales continuas. Fuente: Norma 3.1-IC.
Trazado.

- Cuando entre dos prohibiciones de adelantamiento quede un tramo de marca vial discontinua de longitud inferior a la indicada en la tabla anterior, se unirán ambas prohibiciones, de modo que no se permitirá adelantar en tramos de longitud inferior a la distancia D_{a2} .

El uso de las tablas anteriores supone que la velocidad máxima señalizada en el tramo coincide con la velocidad de proyecto (V_p).

Para poder establecer zonas de adelantamiento en carreteras de dos sentidos en una calzada, se procurará disponer tramos de la máxima longitud posible en los que la visibilidad de adelantamiento sea mayor que la distancia de adelantamiento D_{a2} .

De cualquier modo, se recuerda que para efectuar el adelantamiento es condición necesaria, pero no suficiente, que la señalización lo permita, pues en determinados tramos en que se permite el adelantamiento pueden existir periodos de tiempo en que por el tráfico o las condiciones meteorológicas sea peligroso o imposible efectuar la citada maniobra.

En el presente tramo de estudio existe una zona de montaña con trazado sinuoso en el que existen pocas posibilidades de adelantamiento, pero las existentes cumplen las

medidas mínimas y están correctamente señalizadas, al igual que en los tramos menos sinuosos, donde se permite adelantar en una mayor longitud.

F. CONCLUSIONES

Según las consideraciones anteriores sobre la correcta disposición y la funcionalidad que desempeñan las señales en las carreteras, se puede afirmar que la señalización actual del tramo de carretera estudiado, no presenta problemas que afecten de manera directa a la seguridad vial. Esta cumple con sus funciones y sigue los principios recomendados para una buena disposición de las señales.

Por tanto, no se considera un problema para la seguridad vial de la carretera, pero por su importancia se ha realizado el análisis y comprobación del funcionamiento y estado de ellas.

7. CUADRO RESUMEN DE LA PROBLEMÁTICA

A continuación, se presentan los diferentes problemas encontrados según el elemento al que afectan:

ELEMENTO	PROBLEMÁTICA
Sección transversal	Del estudio realizado se concluye que las medidas de los elementos de la sección transversal son correctas.
Trazado	<ul style="list-style-type: none"> - Existen 3 alineaciones rectas que exceden de la longitud máxima recomendable: <ul style="list-style-type: none"> · La primera recta se encuentra, en sentido ascendente, previa a la alineación curva en la que se encuentra la conexión con la carretera CM-3207. · Las dos siguientes rectas son consecutivas y se encuentran, en sentido ascendente, previas a la primera alineación curva, con radio inferior al mínimo, que da comienzo al tramo de montaña. - En el tramo de montaña entre los p.k. 417+539,66 y 422+605,24 la mayor parte de las rectas no cumplen con la longitud mínima recomendada por la Norma 3.1-I.C. - En este mismo tramo de montaña, se encuentran todas las alineaciones curvas que no cumplen con el radio mínimo recomendado por la norma. - No existe prácticamente coordinación entre radios de curvas circulares consecutivas, debido a la existencia de radios por debajo del mínimo recomendado y la variedad de dimensiones de radios.

ELEMENTO	PROBLEMÁTICA
Intersecciones/ /conexiones	<ul style="list-style-type: none"> - La intersección con la CM-3207 se lleva a cabo en plena alineación curva, por lo que existen problemas de visibilidad. - La conexión con la carretera AB-205 tiene lugar a continuación del tramo de montaña. La curva que le precede en sentido descendente no cumple con el radio mínimo recomendado por la norma y presenta problemas de visibilidad.
Accesos	<ul style="list-style-type: none"> - El firme de los accesos se encuentra en mal estado, lo que provoca que el material suelto ensucie la calzada de la carretera principal, lo que puede provocar falta de adherencia en los vehículos. - Existen accesos muy próximos entre sí: <ul style="list-style-type: none"> · 411+329 y 411+533 en sentido ascendente · 412+471, 412+670 Y 412+825 en sentido ascendente · 416+734 y 416+910 en sentido ascendente · 416+910 y 417+127 en sentido descendente · 417+485 e intersección AB-205.
Márgenes	<ul style="list-style-type: none"> - El 50% de los accidentes han sido por "Salida de vía". Y la mayor concentración de éstos se encuentra entre los p.k. 417+600 y 419+500. - Existen elementos peligrosos en los márgenes de la vía, entre los que se encuentran: taludes con gran pendiente, árboles, torre eléctrica, arqueta no segura, pasos salvacuneta no seguros. - En el tramo de montaña es frecuente encontrar zonas delimitadas, por un lado en talud con pendiente fuerte y el otro lado en desmonte sin barrera de seguridad.
Señaliz.	No representa problemas que sean relevantes para la seguridad vial.

Tabla 27. Resumen de la problemática encontrada. Fuente: Elaboración propia.

8. PROPUESTA DE SOLUCIONES

A continuación, se proponen una serie de medidas para dar solución a los problemas planteados tras el análisis de cada uno de los elementos del tramo objeto de estudio.

Aquella propuesta elegida en cada elemento puede influir en las propuestas siguientes, por lo que se valorará, previamente al análisis de cada elemento, la alternativa finalmente elegida.

En general, se intentará actuar sobre aquellas situaciones que suponen un mayor problema para la seguridad vial de la carretera, de modo que se mejoren los elementos de la carretera más importantes para preservar dicha seguridad. Los problemas no tratados no son menos importantes, sino que se trata de un aspecto económico, de modo que se mejore el máximo posible la carretera a un coste asequible para la intensidad de tráfico y la problemática analizada.

Será determinante la definición del tráfico de la carretera para plantear las alternativas y analizar cómo influirán dichas alternativas sobre el tráfico pesado y ligero.

En concreto, se plantearán dos alternativas de actuación para cada problema encontrado, se estudiará la eficacia de aplicación de cada una y se valorarán económicamente.

Para comparar dichas soluciones con objeto de discernir cuál de ellas resuelve más favorablemente el conflicto estudiado se llevará a cabo una matriz multicriterio en la que se valoren y se comparen los siguientes criterios:

- Efectividad: valora la capacidad de la propuesta para solucionar la problemática y lograr el objetivo de mejorar la seguridad vial. Este es el eje central del estudio, por lo que es al que se le va dar mayor peso.
- Funcionalidad de la vía principal: afección de la alternativa formulada sobre la vía principal y su tráfico en su puesta en servicio.
- Valoración económica: coste de la materialización de las obras en comparación con las mejoras que supone frente a la seguridad vial y al resto de criterios.
- Criterios técnicos: Se valorará la complejidad de la posible solución.
- Medio ambiente: Impacto que produce cada alternativa sobre el medio natural que rodea la carretera. Según la ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, para realizar la valoración completa del impacto ambiental que producirían las diferentes actuaciones, se requeriría un estudio más profundo que analizara factores como la geomorfología de la zona, los usos del suelo, la hidrología, los ruidos en el periodo de obras, los residuos producidos, el medio social afectado (como servicios afectados), las expropiaciones necesarias, la afección sobre el paisaje, etc.

A cada uno de los criterios definidos se le asigna un porcentaje, que influirá en el peso relativo (entre 1 y 10) asignado a cada alternativa según el criterio, dando finalmente un valor para cada alternativa.

El porcentaje que se le asigna a cada criterio en el tramo de la carretera N-322 que se está estudiando es el siguiente:

- Efectividad: 40%.
- Funcionalidad de la vía principal: 15%.
- Valoración económica: 20%.
- Criterios técnicos: 10%.
- Medio ambiente: 15%.

Como ya se ha comentado anteriormente, el criterio con mayor peso será la efectividad que tenga ésta en relación al objetivo que pretende este proyecto, es decir, la mejora de la seguridad vial. A continuación, se tendrá en cuenta la valoración económica, seguida de la funcionalidad de la vía y el impacto al medio ambiente. Finalmente, se tendrán en cuenta los criterios técnicos.

Así pues, una vez definido el método de valoración de cada una de las propuestas, se comienza con el análisis de las alternativas de trazado, puesto que es el elemento que presenta mayor problemática en materia de seguridad vial.

8.1. ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAZADO.

Para eliminar las deficiencias que presenta el trazado la mejor opción sería actuar de raíz, modificando curvas y rectas. Pero, dado que existe un tramo de montaña de poco más de 5 kilómetros cuya secuencia de alineaciones no cumple con las recomendaciones de trazado establecidas por la Norma, sería necesario modificar un gran número de curvas y rectas que supondría crear una nueva carretera.

Además, se trata de una carretera con una IMD inferior a 3.000 vehículos/día, por lo que es de baja intensidad. No parece, por tanto, coherente invertir una suma tan importante de dinero para una carretera con un uso tan bajo.

Por lo que, se plantea realizar mejoras puntuales de trazado en aquellos puntos en que la combinación de un trazado inconsistente y una concentración alta de accidentes ponga de manifiesto un problema de seguridad vial importante en dicho punto. Teniendo en cuenta siempre que una posible mejora en un punto no suponga un desplazamiento de la problemática a un punto cercano.

Los puntos más conflictivos del trazado, vistos en el apartado de accidentabilidad, y sus motivos son los siguientes:

PK	Nº Acc.	Tipo de Accidente		Problemática	
412+300	4	Colisión de vehículos en marcha	3 x Frontolateral Lateral	Localización de la intersección en plena curva → Baja visibilidad	
417+500	3	Colisión de vehículos en marcha	Frontolateral Alcance Frontal	Localización de intersección a continuación de alineación curva de radio inferior al mínimo → Baja visibilidad	
417+600 – 418+000	19	Colisión de vehículos en marcha	Frontal 3 x Frontolateral	Consecución de curvas de radios reducidos y rectas de longitud inferior a la mínima y pérdida de la visibilidad del desarrollo de la curva a causa de la cercanía del talud a la calzada	
		Salida de la vía por la izquierda. Con colisión	Con despeñamiento		
			3 x Con vuelco		
			Con árbol o poste		
			6 x Otro tipo de choque		
		Salida de la vía por la izquierda			
		Salida de la vía por la derecha			
		2 x Vuelco en la calzada			
420+500 – 420+900	11	Salida de la vía por la derecha. Con colisión	2 x Con vuelco 2 x Otro tipo de choque	Curvas consecutivas de radio muy inferior al mínimo (< 50 m) y , en sentido ascendente, recta previa de pendiente negativa y recta intermedia de longitud suficiente para permitir a los usuarios de la vía el aumento de la velocidad	
		Colisión de vehículos en marcha	2 x Frontal		
			Frontolateral		
		Colisión de vehículo con obstáculo en calzada: Otro objeto o material			
		Vuelco en la calzada			
2 x Otro tipo de accidente					
421+200	5	3 x Salida de la vía por la derecha. Con colisión: Con vuelco		Consecución de dos curvas de sentido contrario y radio muy inferior al mínimo	
		2 x Vuelco en la calzada			

Tabla 28. Puntos kilométricos con mayor accidentabilidad, tipos y causas. Fuente:

Elaboración propia.

De los puntos más conflictivos vistos en la tabla previa no se tratarán en el presente apartado los dos primeros, puesto que se trata de conflictos en intersección y se tratarán de solucionar en el apartado de intersecciones más adelante.

A continuación, se exponen los tramos a tratar:

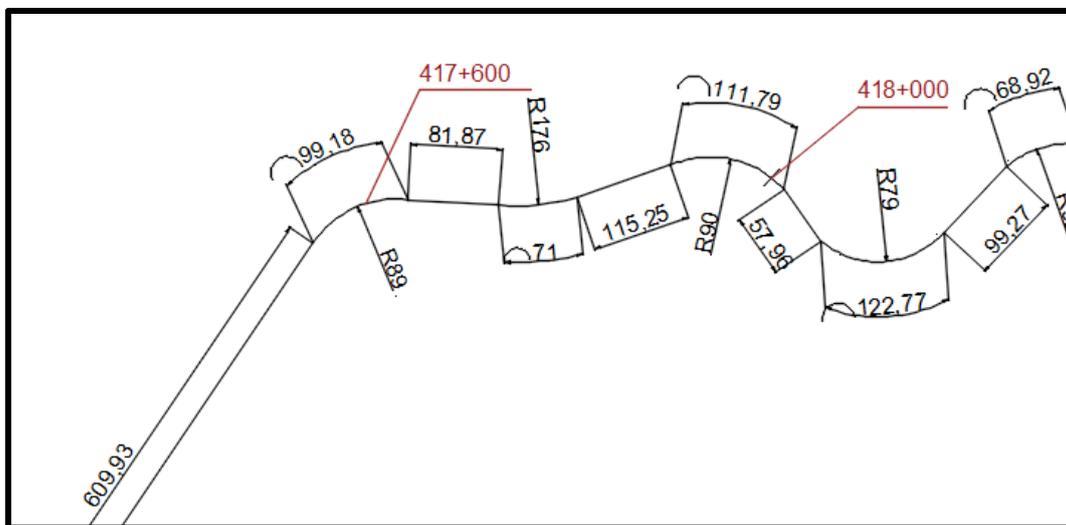


Ilustración 96. Tramo entre p.k. 417+600 y 418+000, con alta concentración de accidentes (Medidas en metros). Fuente: Elaboración propia.

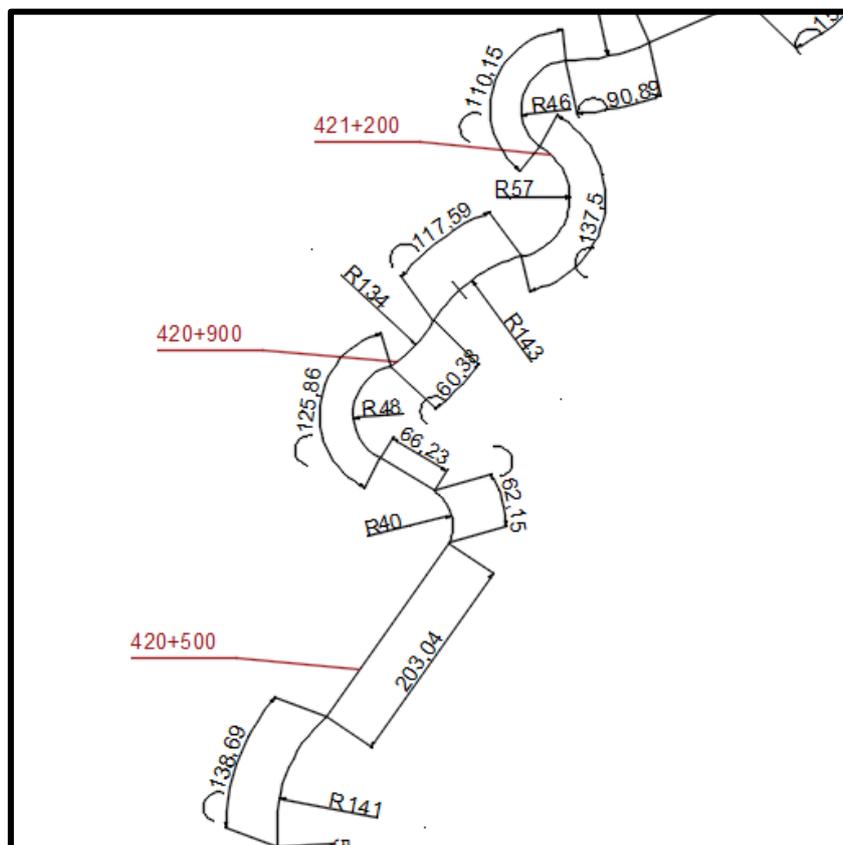


Ilustración 97. Tramo entre p.k. 420+500 y 420+900 y p.k. 421+200, de alta concentración de accidentes (Medidas en metros). Fuente: Elaboración propia.

A. PRIMERA ALTERNATIVA

Para solucionar los tres puntos más conflictivos del trazado expuestos anteriormente se recurre a la creación de dos tramos de curvas que sustituyen parte del trazado conflictivo anterior. Para el desarrollo de estos nuevos tramos se ha de realizar obras de desmonte, terraplenado y se proyecta una estructura nueva para salvar un máximo de 6 metros de altura en 120 m de longitud.

Quedando finalmente del siguiente modo:

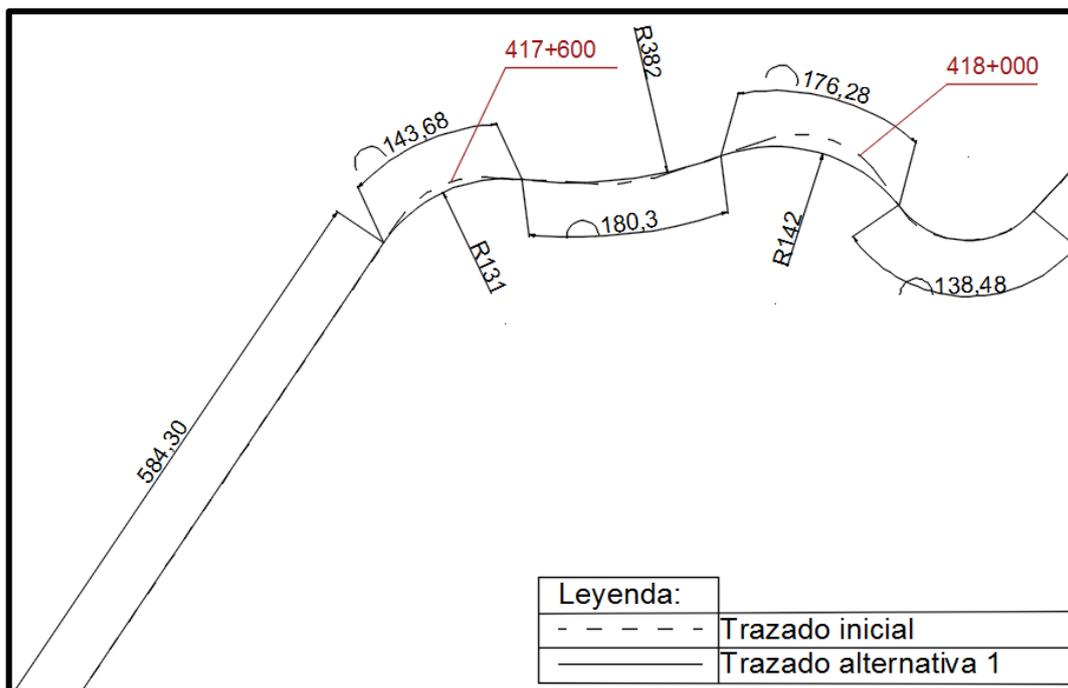


Ilustración 98. Alternativa 1 para tramo entre p.k. 417+600 y 418+000 (Medidas en metros). Fuente: Elaboración propia.

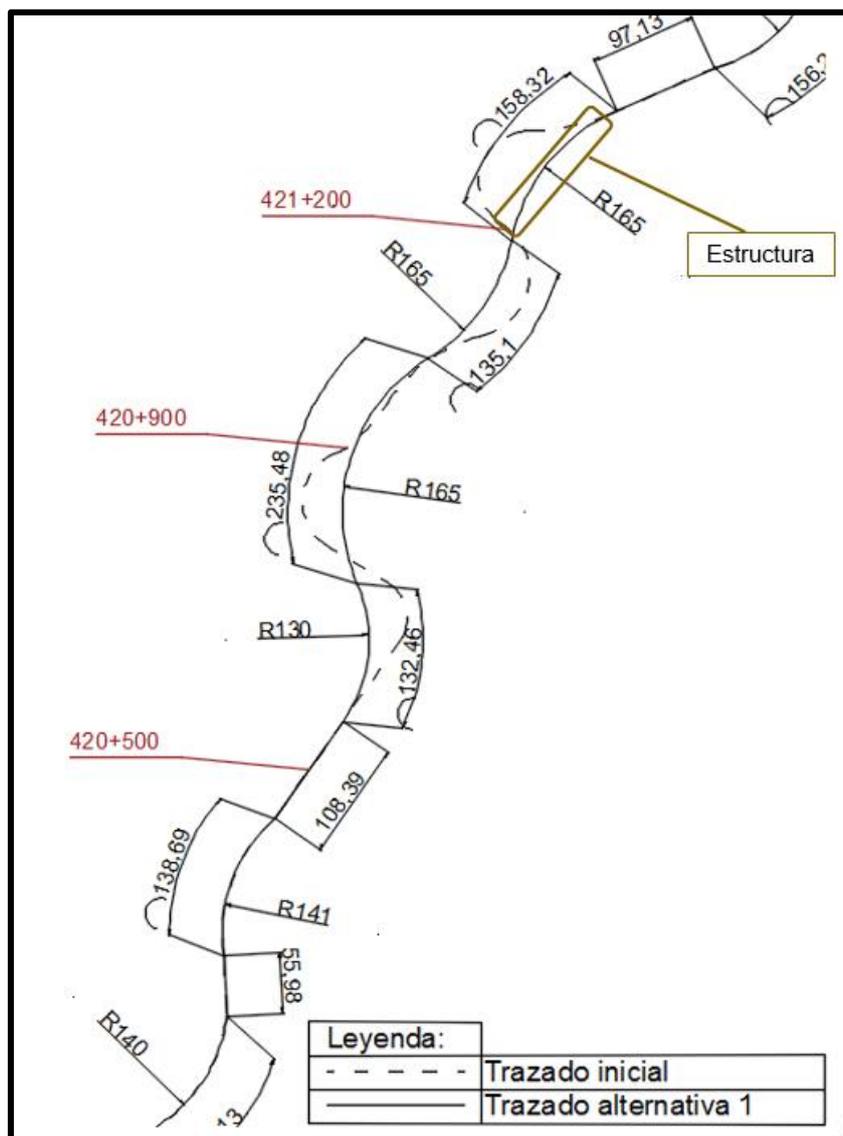


Ilustración 99. Alternativa 1 para tramo entre p.k. 420+500 y 420+900 y p.k. 421+200 (Medidas en metros). Fuente: Elaboración propia.

B. SEGUNDA ALTERNATIVA

La presente carretera se ha tratado como una C-60 por las prohibiciones de velocidad en su señalización vertical. Sin embargo, la carretera se construyó y se puso en servicio mucho antes que dichas señalizaciones y, pese a que se ha intentado reiteradamente adaptar la carretera para la presente velocidad de proyecto, realmente todavía queda muy lejos de conseguirse, puesto que existe un tramo de montaña con elevada pendiente en el que las inversiones para realizar estructuras de paso serían muy elevadas para el tráfico que soporta, ya que, como se ha visto anteriormente, se trata de una carretera de baja intensidad.

Como se ha podido comprobar en el apartado 4.6 de señalización, en los 5 kilómetros de trazado de montaña existen numerosos puntos en los que se alerta de que se ha de moderar la velocidad y se recomienda una velocidad inferior. A continuación, se presentan una serie de evidencias tomadas en el tramo objeto de estudio:



Ilustración 100. Señales de moderación de velocidad en tramo de montaña, sentido ascendente. Fuente: Elaboración propia.

Por todo lo anterior, en la presente alternativa se pretende adaptar la carretera a la velocidad de proyecto que realmente admite. Una vez obtenida una velocidad de proyecto más acorde con el trazado, se llevarán a cabo las medidas correctivas necesarias.

Puesto que, ya se ha demostrado que el tramo no cumple las condiciones mínimas y máximas requeridas por la Norma 3.1-IC de Trazado para una velocidad de proyecto de 60 km/h. Se estudiarán, por tanto, los siguientes dos escalones posibles, es decir, se estudiará si el trazado es más coherente con una C-50 o con una C-40.

A continuación, se lleva a cabo la comparativa del análisis de cumplimiento de la normativa de trazado para las distintas velocidades de proyecto mentadas:

- En el análisis de las longitudes máxima y mínimas se ha de cumplir lo establecido en la tabla 4.1 de la Norma de Trazado 3.1-I.C, y que se presenta a continuación para una C-50 y una C-40:

(V_p) (km/h)	$L_{min,S}$ (m)	$L_{min,0}$ (m)	L_{max} (m)
----------------	-----------------	-----------------	---------------

50	69	139	835
40	56	111	668

Tabla 29. Longitudes máxima y mínima recomendables en alineaciones rectas.

Fuente: Norma 3.1-IC. Trazado.

A continuación, se destacan las alineaciones que no cumplen los requisitos del presente análisis, dependiendo de la velocidad de proyecto que se analice:

Element.	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Curva	1	411+000	411+054	54,24	-250			
Recta	2	411+054,24	411+156,28	102,04	-			
Curva	3	411+156,28	411+288,52	132,24	205			
Recta	4	411+288,52	412+155,40	866,88	-			
Curva	5	412+155,40	412+470,69	315,29	-295			
Curva	6	412+470,69	412+668,52	197,83	4187			
Recta	7	412+668,52	413+078,40	409,88	-			
Curva	8	413+078,40	413+282,00	203,6	586			
Recta	9	413+282,00	413+554,58	272,58	-			
Curva	10	413+554,58	413+709,49	154,91	560			
Recta	11	413+709,49	415+064,06	1354,57	-	>Lmax	>Lmax	>Lmax
Curva	12	415+064,06	415+248,73	184,67	-738			
Recta	13	415+248,73	415+571,24	322,51	-			
Curva	14	415+571,24	415+763,69	192,45	736			
Recta	15	415+763,69	416+424,61	660,92	-			
Curva	16	416+424,61	416+582,17	157,56	-382			
Recta	17	416+582,17	416+697,94	115,77	-	<Lmin,o	✓	✓
Curva	18	416+697,94	416+929,73	231,79	-800			
Recta	19	416+929,73	417+539,66	609,93	-			
Curva	20	417+539,66	417+638,84	99,18	89			
Recta	21	417+638,84	417+720,71	81,87	-	<Lmin,s	✓	✓
Curva	22	417+720,71	417+791,71	71	-176			
Recta	23	417+791,71	417+906,96	115,25	-			
Curva	24	417+906,96	418+018,75	111,79	90			
Recta	25	418+018,75	418+076,71	57,96	-	<Lmin,s	<Lmin,s	✓

Element.	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Curva	26	418+076,71	418+199,48	122,77	-79			
Recta	27	418+199,48	418+298,75	99,27	-			
Curva	28	418+298,75	418+367,67	68,92	92			
Recta	29	418+367,67	418+477,06	109,39	-	<Lmin,o	<Lmin,o	<Lmin,o
Curva	30	418+477,06	418+544,35	67,29	77			
Recta	31	418+544,35	418+602,57	58,22	-	<Lmin,s	<Lmin,s	✓
Curva	32	418+602,57	418+697,61	95,04	-85			
Recta	33	418+697,61	418+761,97	64,36	-	<Lmin,o	<Lmin,o	<Lmin,o
Curva	34	418+761,97	418+902,94	140,97	-92			
Recta	35	418+902,94	418+972,29	69,35	-	<Lmin,s	✓	✓
Curva	36	418+972,29	419+203,91	231,62	157			
Curva	37	419+203,91	419+313,51	109,6	-198			
Curva	38	419+313,51	419+513,62	200,11	74			
Curva	39	419+513,62	419+704,49	190,87	-64			
Recta	40	419+704,49	419+851,74	147,25	-			
Curva	41	419+851,74	420+054,92	203,18	171			
Curva	42	420+054,92	420+246,05	191,13	-140			
Recta	43	420+246,05	420+302,03	55,98	-	<Lmin,s	<Lmin,s	✓
Curva	44	420+302,03	420+440,72	138,69	141			
Recta	45	420+440,72	420+643,76	203,04	-			
Curva	46	420+643,76	420+705,91	62,15	-40			
Recta	47	420+705,91	420+772,14	66,23	-	<Lmin,s	<Lmin,s	✓
Curva	48	420+772,14	420+898,00	125,86	48			
Curva	49	420+898,00	420+958,38	60,38	-134			
Curva	50	420+958,38	421+075,97	117,59	143			
Curva	51	421+075,97	421+213,47	137,5	-57			
Curva	52	421+213,47	421+323,62	110,15	46			
Curva	53	421+323,62	421+414,51	90,89	-201			
Recta	54	421+414,51	421+525,14	110,63	-	<Lmin,o	<Lmin,o	✓
Curva	55	421+525,14	421+681,35	156,21	-127			
Curva	56	421+681,35	421+757,78	76,43	74			
Curva	57	421+757,78	421+814,31	56,53	-61			

Element.	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Recta	58	421+814,31	421+859,36	45,05	-	<Lmin,o	<Lmin,o	<Lmin,o
Curva	59	421+859,36	421+939,83	80,47	-87			
Curva	60	421+939,83	422+051,51	111,68	154			
Recta	61	422+051,51	422+100,56	49,05	-	<Lmin,o	<Lmin,o	<Lmin,o
Curva	62	422+100,56	422+160,36	59,8	78			
Recta	63	422+160,36	422+395,28	234,92	-			
Curva	64	422+395,28	422+605,24	209,96	-117			
Recta	65	422+605,24	423+722,30	1117,06	-	>Lmax	>Lmax	>Lmax
Curva	66	423+722,30	424+809,00	1086,7	934			
Recta	67	424+809,00	426+000,00	1191	-	>Lmax	>Lmax	>Lmax

Tabla 30. Análisis comparativo de longitudes máximas y mínimas para diferentes velocidades de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, para una C-50 habría tres alineaciones más que cumplirían con la norma, pero seguirían existiendo 12 de ellas que no lo hacen. Sin embargo, para una C-40 la situación mejoraría considerablemente, porque pasarían a ser 8 más las alineaciones que cumplirían la norma, pasando a ser únicamente 4 las que no respeten la longitud mínima y manteniéndose las 3 que superan la longitud máxima.

- Otra condición a cumplir es el radio mínimo y el peralte máximo de las alineaciones curvas para una velocidad de proyecto dada. En el tramo estudiado se ha de cumplir lo siguiente:

(V _p) (km/h)	Radio mínimo (m)	Peralte máximo (%)
50	85	7,00
40	50	7,00

Tabla 31. Radio mínimo y peralte máximo permitido en alineaciones curvas. Fuente: Norma 3.1-IC. Trazado.

De nuevo, se presenta a continuación el análisis comparativo del tramo para las diferentes velocidades de proyecto, destacando en rojo aquellas alineaciones curvas en las que no se cumple la presente condición:

Element.	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
----------	-------	-----------------	----------------	--------------------	-----------	------	------	------

Element.	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Curva	1	411+000	411+054	54,24	-250	✓	✓	✓
Curva	3	411+156,28	411+288,52	132,24	205	✓	✓	✓
Curva	5	412+155,40	412+470,69	315,29	-295	✓	✓	✓
Curva	6	412+470,69	412+668,52	197,83	4187	✓	✓	✓
Curva	8	413+078,40	413+282,00	203,6	586	✓	✓	✓
Curva	10	413+554,58	413+709,49	154,91	560	✓	✓	✓
Curva	12	415+064,06	415+248,73	184,67	-738	✓	✓	✓
Curva	14	415+571,24	415+763,69	192,45	736	✓	✓	✓
Curva	16	416+424,61	416+582,17	157,56	-382	✓	✓	✓
Curva	18	416+697,94	416+929,73	231,79	-800	✓	✓	✓
Curva	20	417+539,66	417+638,84	99,18	89	✗	✓	✓
Curva	22	417+720,71	417+791,71	71	-176	✓	✓	✓
Curva	24	417+906,96	418+018,75	111,79	90	✗	✓	✓
Curva	26	418+076,71	418+199,48	122,77	-79	✗	✗	✓
Curva	28	418+298,75	418+367,67	68,92	92	✗	✓	✓
Curva	30	418+477,06	418+544,35	67,29	77	✗	✗	✓
Curva	32	418+602,57	418+697,61	95,04	-85	✗	✓	✓
Curva	34	418+761,97	418+902,94	140,97	-92	✗	✓	✓
Curva	36	418+972,29	419+203,91	231,62	157	✓	✓	✓
Curva	37	419+203,91	419+313,51	109,6	-198	✓	✓	✓
Curva	38	419+313,51	419+513,62	200,11	74	✗	✗	✓
Curva	39	419+513,62	419+704,49	190,87	-64	✗	✗	✓
Curva	41	419+851,74	420+054,92	203,18	171	✓	✓	✓
Curva	42	420+054,92	420+246,05	191,13	-140	✓	✓	✓
Curva	44	420+302,03	420+440,72	138,69	141	✓	✓	✓
Curva	46	420+643,76	420+705,91	62,15	-40	✗	✗	✗
Curva	48	420+772,14	420+898,00	125,86	48	✗	✗	✗
Curva	49	420+898,00	420+958,38	60,38	-134	✓	✓	✓
Curva	50	420+958,38	421+075,97	117,59	143	✓	✓	✓
Curva	51	421+075,97	421+213,47	137,5	-57	✗	✗	✓
Curva	52	421+213,47	421+323,62	110,15	46	✗	✗	✗

Element.	Tramo	Estación Inicio	Estación Final	Longitud Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Curva	53	421+323,62	421+414,51	90,89	-201	✓	✓	✓
Curva	55	421+525,14	421+681,35	156,21	-127	✗	✓	✓
Curva	56	421+681,35	421+757,78	76,43	74	✗	✗	✓
Curva	57	421+757,78	421+814,31	56,53	-61	✗	✗	✓
Curva	59	421+859,36	421+939,83	80,47	-87	✗	✓	✓
Curva	60	421+939,83	422+051,51	111,68	154	✓	✓	✓
Curva	62	422+100,56	422+160,36	59,8	78	✗	✗	✓
Curva	64	422+395,28	422+605,24	209,96	-117	✗	✓	✓
Curva	66	423+722,30	424+809,00	1086,7	934	✓	✓	✓

Tabla 32. Análisis comparativo de radios mínimos para diferentes velocidades de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Como se ha explicado en apartados anteriores, para una C-60 los radios mínimos no se cumplen en la mayor parte el tramo de montaña. Éste está compuesto por 29 alineaciones curvas entre las que únicamente cumplen con el radio mínimo 10.

Sin embargo, para una C-50 serían 18 las que cumplirían con el mínimo, quedando todavía 11 de estas alineaciones fuera de dicha condición.

Por último, para una C-40 el análisis mejora sustancialmente dando como resultado únicamente 3 curvas que no cumplen con el mínimo establecido, en todo el trazado.

- La relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta intermedia de longitud limitada ha de cumplir lo establecido en la tabla 4.7 de la Norma 3.1-IC. En el tramo estudiado los radios de curvas consecutivas se encuentran en la horquilla entre 50 y 450 metros, excepto uno que excede de 1.800 metros, por lo que las condiciones a cumplir serán las siguientes:

R (m)	R' (m)
50 – 450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$
> 1.800	$R' \geq 700$

Tabla 33. Relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud limitada. Fuente: Norma 3.1-IC. Trazado.

Para ello, se ha de tener en cuenta que se considera recta de longitud limitada, según la velocidad de proyecto, las siguientes medidas de recta:

(V _p) (km/h)	Longitud limitada (m)
60	85
50	50
40	30

Tabla 34. Máxima longitud de una recta para ser considerada de longitud limitada según la velocidad de proyecto de la vía. Fuente: Norma 3.1-IC. Trazado.

Por otro lado, en curvas consecutivas con recta intermedia de longitud superior a la longitud limitada, el radio de la curva circular de salida R', en el sentido de la marcha y para la presente carretera que pertenece al Grupo 3, será mayor o igual que el doble del radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto (V_p). Por lo que, se deberá cumplir lo dispuesto en la siguiente tabla:

(V _p) (km/h)	R' (m)
60	≥ 260
50	≥ 170
40	≥ 100

Tabla 35. Radio de salida mínimo para que se cumpla coordinación entre curvas consecutivas con recta intermedia de longitud superior a la limitada. Fuente: Norma 3.1-IC. Trazado.

Finalmente, se obtiene la siguiente tabla, en la que se presentan aquellos tramos en los que no se cumple la coordinación entre curvas consecutivas:

Elemento	Tramo	Estación Inicial	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Curva	1	411+000	411+054	54,24	-250	Amb	✓	✓
Recta	2	411+054,24	411+156,28	102,04	-			
Curva	3	411+156,28	411+288,52	132,24	205	Des	✓	✓
Recta	4	411+288,52	412+155,40	866,88	-			
Curva	5	412+155,40	412+470,69	315,29	-295	Amb	Amb	Amb
Curva	6	412+470,69	412+668,52	197,83	4187			

Elemento	Tramo	Estación Inicial	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Recta	7	412+668,52	413+078,40	409,88	-	✓	✓	✓
Curva	8	413+078,40	413+282,00	203,6	586			
Curva	8	413+078,40	413+282,00	203,6	586			
Recta	9	413+282,00	413+554,58	272,58	-	✓	✓	✓
Curva	10	413+554,58	413+709,49	154,91	560			
Recta	11	413+709,49	415+064,06	1354,57	-	✓	✓	✓
Curva	12	415+064,06	415+248,73	184,67	-738			
Recta	13	415+248,73	415+571,24	322,51	-	✓	✓	✓
Curva	14	415+571,24	415+763,69	192,45	736			
Recta	15	415+763,69	416+424,61	660,92	-	✓	✓	✓
Curva	16	416+424,61	416+582,17	157,56	-382			
Recta	17	416+582,17	416+697,94	115,77	-	✓	✓	✓
Curva	18	416+697,94	416+929,73	231,79	-800			
Recta	19	416+929,73	417+539,66	609,93	-	Asc	Asc	Asc
Curva	20	417+539,66	417+638,84	99,18	89			
Recta	21	417+638,84	417+720,71	81,87	-	Amb	Des	Des
Curva	22	417+720,71	417+791,71	71	-176			
Recta	23	417+791,71	417+906,96	115,25	-	Amb	Asc	Asc
Curva	24	417+906,96	418+018,75	111,79	90			
Recta	25	418+018,75	418+076,71	57,96	-	✓	Amb	Amb
Curva	26	418+076,71	418+199,48	122,77	-79			
Recta	27	418+199,48	418+298,75	99,27	-	Amb	Amb	Amb

Elemento	Tramo	Estación Inicial	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Curva	28	418+298,75	418+367,67	68,92	92			
Recta	29	418+367,67	418+477,06	109,39	-	Amb	Amb	Amb
Curva	30	418+477,06	418+544,35	67,29	77			
Recta	31	418+544,35	418+602,57	58,22	-	✓	Amb	Amb
Curva	32	418+602,57	418+697,61	95,04	-85			
Recta	33	418+697,61	418+761,97	64,36	-	✓	Amb	Amb
Curva	34	418+761,97	418+902,94	140,97	-92			
Recta	35	418+902,94	418+972,29	69,35	-	Amb	Amb	Des
Curva	36	418+972,29	419+203,91	231,62	157	✓	✓	✓
Curva	37	419+203,91	419+313,51	109,6	-198			
						Amb	Amb	Amb
Curva	38	419+313,51	419+513,62	200,11	74	✓	✓	✓
Curva	39	419+513,62	419+704,49	190,87	-64			
Recta	40	419+704,49	419+851,74	147,25	-	Amb	Des	Des
Curva	41	419+851,74	420+054,92	203,18	171	✓	✓	✓
Curva	42	420+054,92	420+246,05	191,13	-140			
Recta	43	420+246,05	420+302,03	55,98	-	✓	Amb	✓
Curva	44	420+302,03	420+440,72	138,69	141			
Recta	45	420+440,72	420+643,76	203,04	-	Amb	Amb	Asc
Curva	46	420+643,76	420+705,91	62,15	-40			
Recta	47	420+705,91	420+772,14	66,23	-	✓	Amb	Amb

Elemento	Tramo	Estación Inicial	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Curva	48	420+772,14	420+898,00	125,86	48			
						Amb	Amb	Amb
Curva	49	420+898,00	420+958,38	60,38	-134	✓	✓	✓
Curva	50	420+958,38	421+075,97	117,59	143	Amb	Amb	Amb
Curva	51	421+075,97	421+213,47	137,5	-57	✓	✓	✓
Curva	52	421+213,47	421+323,62	110,15	46	Amb	Amb	Amb
Curva	53	421+323,62	421+414,51	90,89	-201			
Recta	54	421+414,51	421+525,14	110,63	-	Amb	Asc	✓
Curva	55	421+525,14	421+681,35	156,21	-127	Amb	Amb	Amb
Curva	56	421+681,35	421+757,78	76,43	74	✓	✓	✓
Curva	57	421+757,78	421+814,31	56,53	-61			
Recta	58	421+814,31	421+859,36	45,05	-	Amb	Amb	Amb
Curva	59	421+859,36	421+939,83	80,47	-87	Amb	Amb	Amb
Curva	60	421+939,83	422+051,51	111,68	154			
Recta	61	422+051,51	422+100,56	49,05	-	Amb	Amb	Asc
Curva	62	422+100,56	422+160,36	59,8	78			
Recta	63	422+160,36	422+395,28	234,92	-	Amb	Amb	Des
Curva	64	422+395,28	422+605,24	209,96	-117			
Recta	65	422+605,24	423+722,30	1117,06	-	Des	Des	✓
Curva	66	423+722,30	424+809,00	1086,7	934			

Elemento	Tramo	Estación Inicial	Estación Final	Long. Tramo (m)	Radio (m)	C-60	C-50	C-40
Recta	67	424+809,00	426+000,00	1191	-			

Tabla 36. Análisis comparativo coordinación entre radios de curvas circulares consecutivas. Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, debido a la gran cantidad de radios diferentes existen problemas de coordinación entre curvas consecutivas para todas las velocidades de proyecto. Esto es debido a que para salvar la distancia entre la parte más baja y la más alta es necesario disponer de curvas con radios diferentes que permitan salvar alturas en tramos con pendiente asumible de manera que afecte lo menos posible al terreno.

Del análisis de las tablas anteriores se deduce que el trazado de la carretera se adapta mejor a una C-40. Además, como se ha visto al comienzo del apartado, actualmente en el tramo de montaña de 5 kilómetros existen nueve tramos con indicaciones para la moderación de la velocidad y la recomendación de velocidades inferiores a la de proyecto, por lo que, la presente alternativa considerará adaptar la velocidad del tramo de estudio a 40 km/h.

Para la presente alternativa se estudia modificar aquellos tramos en los que el incumplimiento de la Norma para una velocidad de proyecto de 40 km/h puede dar lugar a una mayor problemática, teniendo en cuenta la accidentabilidad actual. Se recurrirá, por tanto, a la tabla de tramos de mayor accidentabilidad expuesta en la alternativa anterior, sin tener en cuenta aquellos puntos en los que la problemática es debida a intersecciones.

De este modo, además de la limitación de velocidad pertinente, se proponen las siguientes mejoras:

- Para el primer tramo problemático, P.K. 417+600 – 418+000, se disminuirá la pendiente del talud próximo a la carretera, de modo que el usuario de la vía pueda seguir el desarrollo de cada una de las curvas y adaptar su velocidad.
- En el segundo tramo (P.K. 420+500 – 420+900) encontramos dos de las tres curvas con un radio inferior al mínimo para una velocidad de proyecto de 40 km/h (50 m), por lo que se adaptará el radio de las curvas.
- En el último tramo (P.K. 421+200) se encuentra la tercera curva con radio inferior al mínimo y en este caso, como en el anterior, también se recurrirá al aumento de dicho radio.

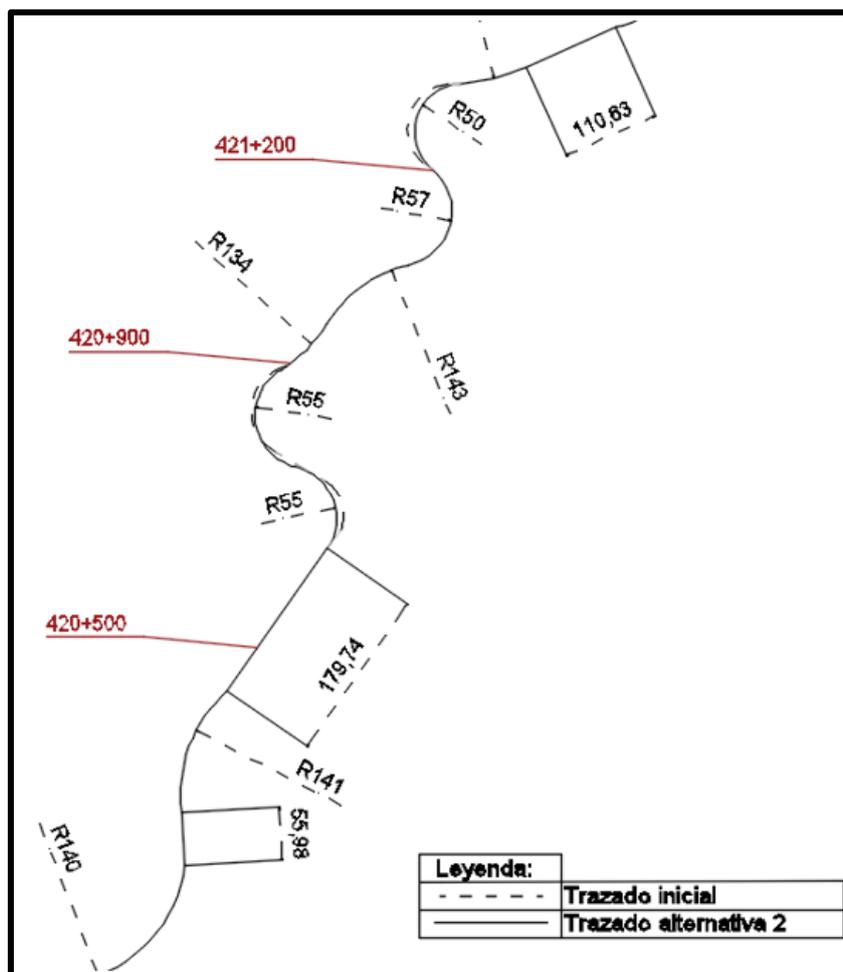


Ilustración 101. Alternativa 2 para tramo entre p.k. 420+500 y 420+900 y p.k. 421+200 (Medidas en metros). Fuente: Elaboración propia.

C. ELECCIÓN DE ALTERNATIVA

- Efectividad:
 - Primera Alternativa: al tratarse de una modificación puntual de radios y rectas para adaptarse a una velocidad de proyecto mayor a la que permite la vía en dicho tramo, es posible que de la sensación al usuario de que puede mantener dicha velocidad en todo el trayecto y puede trasladar el problema a otro punto del mismo tramo. No existiría este problema si se tratara de la modificación del trazado del tramo completo, pero esto supondría un coste excesivo para una carretera con una intensidad de tráfico baja.
 - Segunda Alternativa: esta alternativa es más coherente con el trazado de una vía que, como se ha evidenciado anteriormente, dispone señales de recomendación de velocidad inferior a lo largo del tramo de montaña. De esta manera, la vía permitiría una velocidad máxima inferior y estaría

señalada como tal. Además, el hecho de actuar únicamente aumentando levemente el radio de las curvas más problemáticas, permite una mejor conducción en dichos tramos sin suponer un aumento excesivo de la velocidad por parte del usuario, que supondría el traslado del problema inicial a los tramos adyacentes.

- Funcionalidad de la vía principal:
 - Primera Alternativa: la repercusión de dicha actuación sobre la vía principal es nula, puesto que una vez que se pone de nuevo en servicio la vía no se ve afectada en dichos puntos por ninguna intersección ni elemento que le haga perder capacidad a la vía.
 - Segunda Alternativa: como en el caso anterior, no supone pérdida alguna de capacidad de la vía.
- Valoración económica:
 - Primera Alternativa: se trata de una actuación con un alto coste económico, por el gran volumen de desmonte y terraplenado y de plataforma que se ha de ejecutar. Pero, además, por la necesidad de construcción de una estructura que salve, en el último tramo a actuar, un desnivel máximo de 6 metros de alto en una longitud de 120 metros.
 - Segunda Alternativa: se trata de una alternativa con un coste mucho menor, puesto que supone la ejecución de un menor volumen de desmonte y terraplenado, así como de plataforma. Además de la inexistencia de estructuras para salvar grandes desniveles.
- Criterios técnicos:
 - Primera Alternativa: su construcción supone una mayor complejidad por la longitud de plataforma a modificar y el hecho de ejecutarse una estructura de 120 metros de largo.
 - Segunda Alternativa: es de fácil ejecución, puesto que la ampliación de carriles es una operación frecuente en seguridad vial. Únicamente se encuentra el agravante de realizarse en terreno de montaña, por lo que se deberá realizar un volumen de desmonte y terraplenado superior a lo que supondría en una zona sin pendiente.
- Medio ambiente:
 - Primera Alternativa: Importante afección al medio natural, puesto que se trata de una zona de monte en la que se ha de realizar una importante actuación en materia de desbroce, talado de árboles, desmonte y terraplenado. Además, de la ejecución de la estructura, que supone una afección al paisaje de gran magnitud.

- Segunda Alternativa: La afección sobre el medio natural se produce a causa del desbroce, talado, desmonte y terraplenado que se ha de ejecutar. Pero en este caso se trata de volúmenes muy inferiores a los de la alternativa anterior. Por lo que supone una afección mucho menor.

Finalmente se propone la siguiente valoración para cada uno de los criterios:

Alternativa	Efectividad	Funcionalidad	Valoración Económica	Criterios Técnicos	Medio Ambiente	Valoración final
PESO (%)	40	15	20	10	15	
1ª	7	8	3	3	3	5,35
2ª	9	8	8	7	6	8

Tabla 37. Valoración de los criterios para las alternativas de trazado. Fuente:
Elaboración propia.

Finalmente, se elige la **segunda alternativa** que, supone una mayor efectividad, un menor coste económico, menor complejidad técnica en su construcción y un menor impacto ambiental.

8.2. ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN CONEXIONES

Los principios básicos a la hora de tratar las intersecciones son:

- Ser claramente perceptible desde todos los accesos para adaptar la velocidad y seleccionar el carril adecuado.
- Disponer de una visibilidad de cruce adecuada.
- Ser simple y claramente comprensible.
- Ser accesible.
- Evitar en lo posible los ángulos conflictivos.

En el presente apartado se tratarán aquellas intersecciones cuyo análisis ha evidenciado que tienen un déficit de seguridad vial. Concretamente, como se ha visto en apartados anteriores, se trata de la conexión con la carretera CM-3207 y la conexión con la carretera AB-205.

8.2.1. INTERSECCIÓN CON CM-3207

Como se ha expuesto en el apartado de estudio de conexiones, la intersección con la carretera CM-3207 se realiza en plena curva, lo que disminuye la visibilidad de ésta dando como resultado una serie de accidentes por colisión de vehículos en marcha

frontolateral y lateral, lo que evidencia que el principal causante son los movimientos de incorporación y salida en dicha intersección.

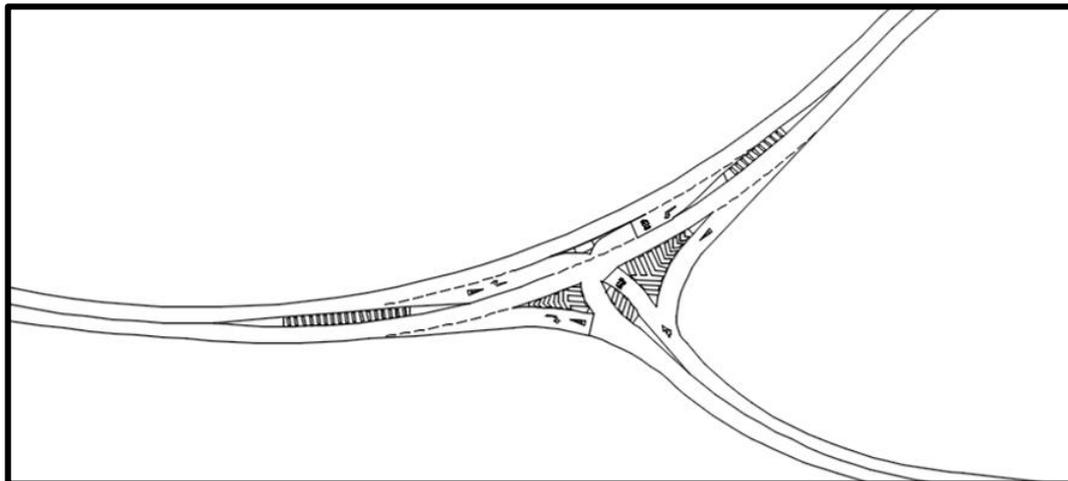


Ilustración 102. Detalle situación previa intersección CM-3207. Fuente: Elaboración propia.

A. PRIMERA ALTERNATIVA

La primera alternativa plantea la ubicación de una glorieta en el p.k. 412+300, en sustitución de la presente intersección formada por carriles centrales de almacenamiento y espera. De este modo disminuye la prioridad a los vehículos que circulan por la vía principal, obligándolos a detenerse y reducir la velocidad.

Las glorietas resultan especialmente ventajosas si las intensidades de la circulación en los tramos que a ella acceden son del mismo orden de magnitud, o si los tráficos de giro predominan sobre los de paso. Por el contrario, si alguno de los tráficos de paso es muy predominante no resulta justificada -desde este punto de vista- la demora que le impone la glorieta. En este caso, la IMD de ambas vías es muy similar.

Para el diseño de la glorieta se han seguido las siguientes recomendaciones:

- Recomendaciones sobre dimensionamiento, señalización y balizamiento de glorietas, 2015. Dirección General de Transportes y Logística. Servicio de Seguridad Vial. Generalitat Valenciana.
- Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones, 1975. Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales.
- Recomendaciones sobre Glorietas, 1999. Dirección General de Carreteras.

Se aprovecharán los ramales existentes de la vía secundaria, lo que evita una reordenación de éstos.

Según lo dispuesto en la tabla 10.2 de la Norma 3.1-I.C se obtiene que el vehículo patrón característico de la actual glorieta es “Autobús rígido + turismo (simultáneamente)”, puesto que se trata de un tramo con una intensidad significativa de vehículos pesados, debido a la abundancia de actividad agrícola y de estar próximo a una cooperativa agrícola, y el hecho de existir autobuses que transitan por dicho tramo diariamente.

CIRCUNSTANCIAS DE LA EXPLOTACIÓN		ORDINARIAS	
Calzada anular de un carril (Situación I)	Inexistencia de vehículos pesados	Furgón	
	Proporción significativa de vehículos pesados, que no sean autobuses	Vehículo articulado	
	Proporción significativa de autobuses	Autobús rígido	
Calzada anular de dos carriles	Inexistencia de vehículos pesados (Situación II)	2 turismos simultáneamente	
	Intensidad significativa de vehículos pesados	Inexistencia de autobuses (Situación III)	Vehículo articulado + turismo (simultáneamente)
		Existencia de autobuses (Situación IV)	Autobús rígido + turismo (simultáneamente)

Tabla 38. Vehículos patrón característicos en glorietas. Fuente: Tabla 10.2 de la Norma 3.1-I.C. de Trazado.

Por lo que, se trata de la situación IV y supone la ejecución de una calzada anular de dos carriles cuyo diámetro exterior se elige de entre los posibles de la siguiente tabla:

DIÁMETRO EXTERIOR (m) DE LA CALZADA ANULAR	ANCHO (m)		
	HIPÓTESIS DE PASO (TABLA 10.2)		
	Situación II	Situación III	Situación IV
28	8,0	9,6	12,6
32	7,7	9,1	11,1
36	7,5	8,7	10,4
40	7,4	8,5	9,9
44	7,3	8,3	9,5
48	7,2	8,1	9,2
52	7,1	8,0	9,0
56	7,0	7,9	8,8
60	7,0	7,8	8,6

Tabla 39. Ancho conjunto (m) de una calzada anular de dos carriles y, en su caso, de su gorjal (situaciones II, III, IV). Fuente: Tabla 10.5 de la Norma 3.1-I.C. de Trazado.

En el presente estudio se ha elegido un diámetro de 52 metros siguiendo el modelo de glorietas ya existentes en zonas próximas de la misma carretera. Por lo que, dispondrá de dos carriles de 4 metros de ancho cada uno y arcenes interior y exterior de 0,5 metros.

A continuación, se presentan los detalles de la planta y su conexión con los ramales existentes:

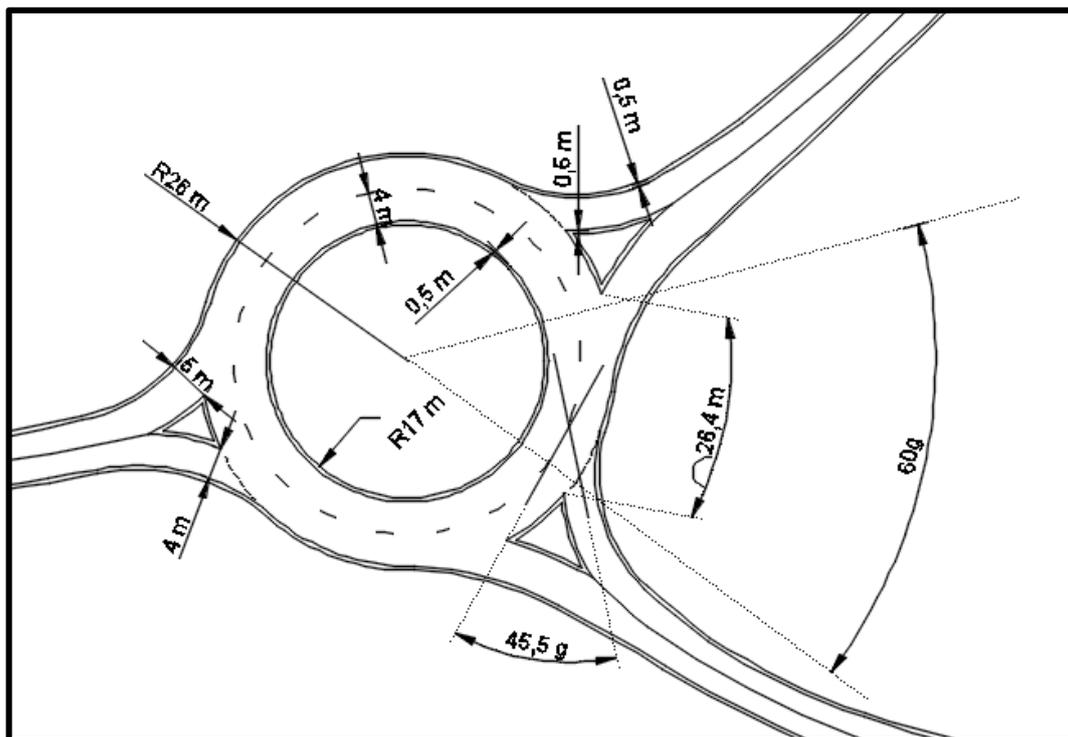


Ilustración 103. Alternativa 1 en intersección CM-3207. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, la glorieta cumple con las recomendaciones sobre glorietas de la Dirección General de Tráfico, con lo dispuesto en la Norma 3.1-I.C. y con las recomendaciones sobre dimensionamiento, señalización y balizamiento de glorietas de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente (CITMA), de la Generalitat Valenciana, con respecto a:

- El ángulo entre la trayectoria de acceso y la trayectoria a la que se incorpora (la que rodea la calzada anular) estará comprendido, salvo justificación en contrario, entre 45 gonios y 67 gonios.
- La mejor ubicación para la isleta central se logra cuando los ejes de todas las vías que acceden a la glorieta pasan por su centro geométrico. Si esta configuración no fuera posible, se procurará que el centro de dicha isleta se sitúe en el eje de la vía principal y, próximos a dicho centro, los ejes del resto de vías que acceden.
- El ángulo subtendido al centro de la glorieta por dos puntos de intersección de la circunferencia definida por el borde exterior de la calzada anular: uno con la trayectoria más desfavorable de entrada por una vía de acceso y otro con la trayectoria más desfavorable de salida por la vía de acceso siguiente, no será menor que sesenta (60) gonios.
- La separación entre accesos medidos sobre el borde exterior de la calzada anular entre puntas de isletas será mayor o igual que veinte metros (20 m).

B. SEGUNDA ALTERNATIVA

La segunda alternativa tiene como objeto el desplazamiento de la actual intersección canalizada con carriles centrales de almacenamiento y espera hacia la zona previa que se desarrolla en recta, de forma que se cumpla la distancia y la visibilidad de cruce necesarias.

Para ello se llevará a cabo una vía paralela que se extienda hasta el acceso más próximo en sentido descendente de la vía principal, de manera que actúe también como vía colectora y permita una incorporación más ordenada y segura de los vehículos a la carretera principal. De esta manera se procura que las trayectorias de incorporación y salida no se afecten entre sí. Se dispondrán carriles de almacenamiento y espera en la calzada de la vía principal del mismo modo que está dispuesta la intersección actual.

La explanada y el firme del nuevo tramo deben cumplir las mismas características del existente, es decir, se debe utilizar materiales del mismo tipo, con los mismos espesores de plataforma y firme, logrando con esto dar continuidad a la estructura existente y evitar problemas.

Finalmente, queda la siguiente disposición de la presente alternativa:

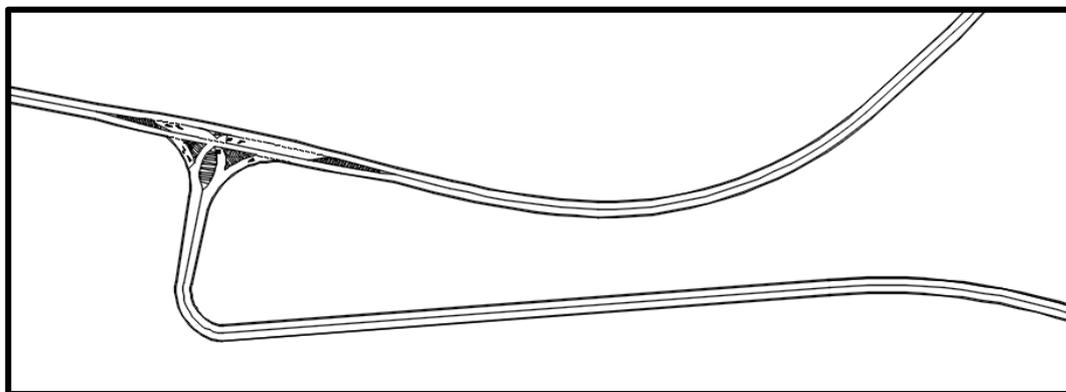


Ilustración 104. Alternativa 2 en intersección CM-3207. Fuente: Elaboración propia.

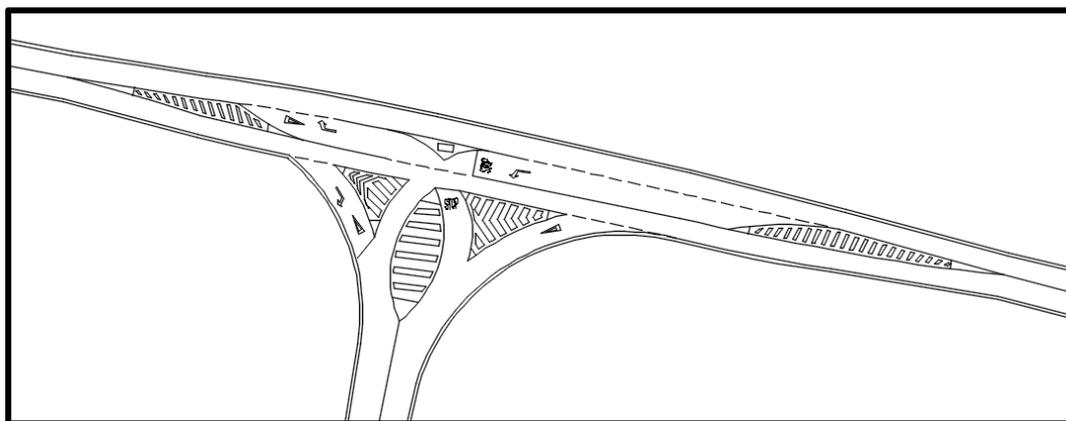


Ilustración 105. Detalle de la canalización de la intersección CM-3207 en Alternativa 2.

Fuente: Elaboración propia.

C. ELECCIÓN DE ALTERNATIVA

- Efectividad:
 - Primera alternativa: Se trata de una medida que calma totalmente el tráfico en dicho punto y permite que los vehículos adopten la trayectoria más conveniente de una forma más segura, puesto que disponen de una zona específica de parada y una visión completa de lo que ocurre en el resto de la intersección.
 - Segunda alternativa: Esta alternativa mejora considerablemente la seguridad vial de la vía con respecto a la situación inicial, puesto que en el nuevo punto en que se sitúa la intersección existe visibilidad suficiente tanto desde los carriles de almacenamiento y espera para giros a izquierdas, como desde el resto de carriles que la forman. Pero, la seguridad vial en una intersección canalizada siempre es menor que en una glorieta, puesto que supone el cruce de, al menos, un carril de circulación.
- Funcionalidad:
 - Primera alternativa: Supone una pérdida importante de capacidad para la vía principal, puesto que pierde prioridad frente al ramal secundario. Pese a ello, se trata de dos vías con tráfico similar, por lo que es posible la presente alternativa.
 - Segunda alternativa: En este caso, al contrario que en el anterior, no supone una mayor afección al tráfico y la capacidad de la vía principal de lo que suponía previamente a la actuación, porque se respeta la prioridad de la vía principal.

- Valoración económica:
 - Primera alternativa: Supone una gran inversión, puesto que se ha de sustituir un tramo de la plataforma por la glorieta pertinente, además de la readaptación de los ramales.
 - Segunda alternativa: la inversión será mayor que en el caso anterior, porque supone la construcción de un tramo de plataforma nuevo para el ramal secundario, de modo que se desvíe éste hasta un punto de la vía principal con alineación recta. Esto lleva consigo la expropiación de terrenos, que se ha realizado de forma que afecte al menor número de propietarios posible (en este caso solo uno). Finalmente, en la nueva ubicación de la intersección se deberá realizar un sobreechanco de la vía principal de manera que se puedan ubicar el carril central de almacenamiento y espera. Además de la readaptación del tramo de intersección anterior.
- Criterios técnicos:
 - Primera alternativa: la complejidad de la construcción no es excesiva, puesto que no supondría la construcción de ninguna estructura auxiliar, pero sí supondría una variación en la plataforma y una readaptación de las pendientes y ramales para una correcta evacuación del agua y funcionamiento de la glorieta.
 - Segunda alternativa: la complejidad de la presente alternativa no es muy alta, puesto que se trata de desplazar un ramal, por lo que se construiría una parte de la plataforma sobre terreno natural, sin condicionantes previos. Sin embargo, existen dos actuaciones más a ejecutar, que sería la readaptación de los carriles en la nueva ubicación de la intersección y en la ubicación anterior.
- Medio ambiente:
 - Primera alternativa: el impacto es muy reducido, puesto que para ejecutar la presente actuación se actúa sobre poco más espacio del ya ocupado por la plataforma existente.
 - Segunda alternativa: En este caso, sí que supone un impacto mayor que en el anterior, puesto que se ha de expropiar un terreno colindante y alterar su uso actual para ubicar la nueva plataforma.

Finalmente, se propone la siguiente valoración para cada uno de los criterios:

Alternativa	Efectividad	Funcionalidad	Valoración Económica	Criterios Técnicos	Medio Ambiente	Valoración final
PESO (%)	40	15	20	10	15	
1ª	8	6	6	6	7	6,95
2ª	7	8	3	5	3	5,55

Tabla 40 Valoración de los criterios para las alternativas de intersección con CM-3207.

Fuente: Elaboración propia.

Se ha escogido, por tanto, la **primera alternativa**, puesto que ambas vías en dicho punto de la intersección tienen un tráfico similar, por lo que la ubicación de una glorieta es viable. Además, tiene una efectividad mayor sobre la seguridad vial puesto que la visibilidad del resto de la intersección es total, supone un menor coste económico, una construcción menos compleja y un impacto ambiental menor.

8.2.2. INTERSECCIÓN CON AB-205.

La intersección entre la carretera principal N-322 y la carretera secundaria AB-205 es peligrosa por la ausencia de canalización para realizar las incorporaciones, unido a la existencia de otra vía agrícola enfrentada a ésta, dirigida a un coto de caza, y a la falta de visibilidad por ir precedida de una curva en la que el radio y la existencia de taludes altos, y con gran pendiente, provoca la pérdida de trazado de la carretera para el usuario de la vía. Buena muestra de ello es el análisis de los tipos de accidentes acaecidos, siendo todos ellos por choques de vehículos en marcha.

En el apartado anterior se optó por aplicar la segunda alternativa, dicha alternativa propone suavizar la pendiente del talud en la curva continua a la intersección, por lo que, esto mejora la visibilidad sustancialmente. Pese a ello, es recomendable canalizar el tráfico de la intersección. A continuación, se presentan dos alternativas para la canalización de dicha intersección.

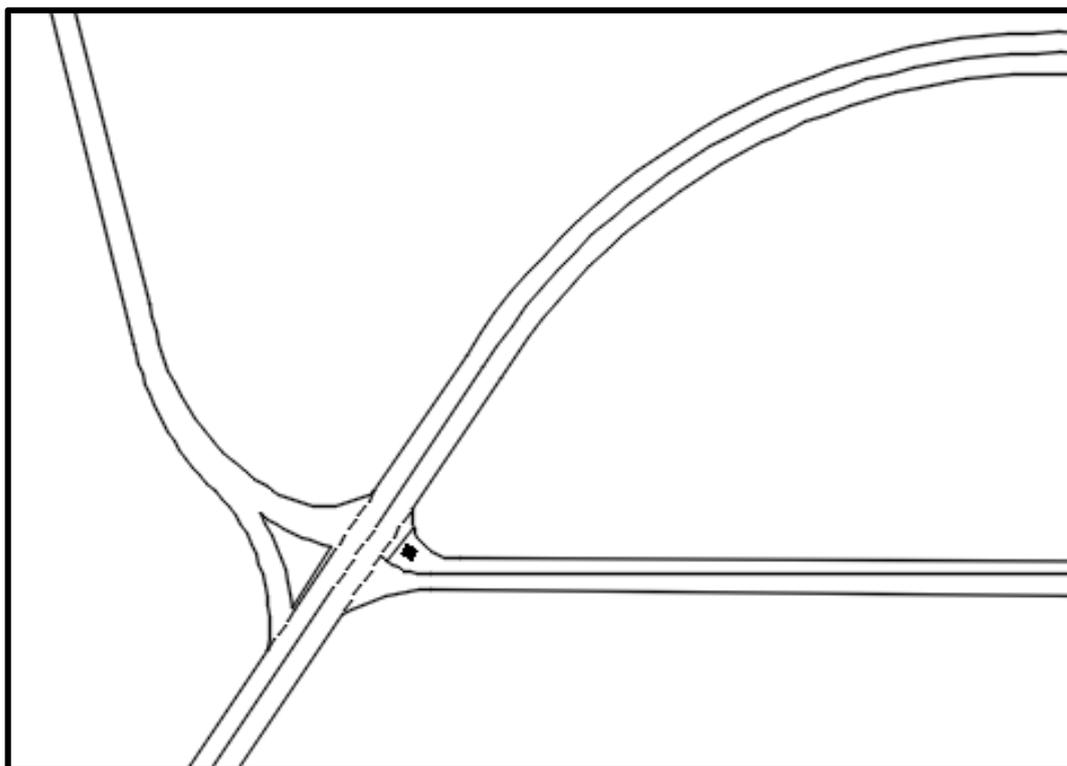


Ilustración 106. Detalle situación previa intersección AB-205. Fuente: Elaboración propia.

A. PRIMERA ALTERNATIVA

Tras el estudio realizado sobre el tráfico existente en las tres vías, se ha hecho visible que la vía agrícola del coto de caza tiene un tráfico casi inapreciable y muy estacional en comparación con las otras dos vías. Por lo que, se propone su eliminación en dicho punto del trazado y su reubicación a otro punto. Por lo que, en la presente alternativa se parte de la situación en que la intersección únicamente está formada por la vía AB-205 y la vía principal N-322. La reubicación del acceso al coto de caza se estudiaría más adelante entre las actuaciones de mejora de la seguridad vial en accesos, en caso de elegir la presente alternativa como solución.

Por tanto, se propone la canalización de la intersección mediante carriles centrales de almacenamiento y espera y carriles de aceleración y deceleración en el ramal de la carretera AB-205.

Esta solución facilita los movimientos de giro a la izquierda de los vehículos que circulan por la N-322 sentido Albacete y quieren incorporarse a la carretera AB-205, pero también a los vehículos que circulan por la AB-205 y quieren incorporarse a la N-322 en sentido hacia Albacete (descendente).

Para el desarrollo de la presente solución se ha tenido en cuenta el tráfico que circula por cada una de las vías. Resultando la siguiente disposición:

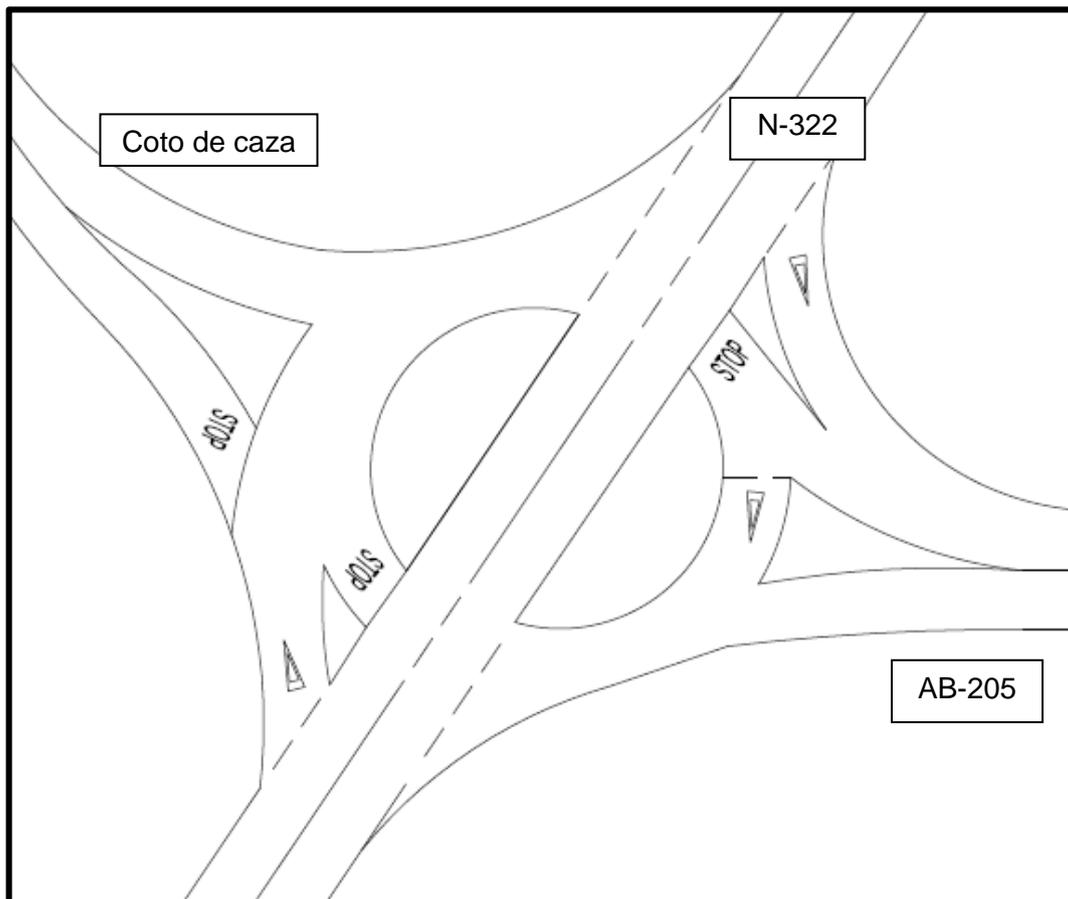


Ilustración 108. Alternativa 2 en intersección AB-205. Fuente: Elaboración propia.

Planteando de este modo la glorieta partida se puede observar que la prioridad reside en la N-322, que es la vía principal; seguido de ésta se encuentra la AB-205 y, por último, la vía con menos tráfico y, por tanto, a la que se le da menor prioridad de paso, es la vía que se dirige al coto de caza.

C. ELECCIÓN DE ALTERNATIVA

- Efectividad:
 - Primera alternativa: De este modo se canaliza la intersección y se habilita una zona de espera para aquellos vehículos que quieran desarrollar un giro a izquierdas. Supone una mejora de la visibilidad y la capacidad del conductor para tomar una decisión, además del cruce de un solo carril de circulación para los giros a izquierdas.
 - Segunda alternativa: En cuanto a seguridad vial se trata, supone una alternativa que mejora la situación actual, porque evita la espera de un vehículo, que quiera realizar un giro a izquierdas, en el propio carril de

circulación. Pero, por otro lado, existe el inconveniente de que para poder realizar un cruce a izquierdas se ha de llevar a cabo el cruce de ambos sentidos de circulación, situación que supone una menor seguridad vial que en la alternativa anterior.

- Funcionalidad:
 - Primera alternativa: la vía principal mejora su capacidad porque se evita la parada de vehículos en la vía principal y para el giro a izquierdas únicamente se cruza un carril de circulación.
 - Segunda alternativa: En este caso, la capacidad de la vía principal se ve menos afectada que en el caso de no actuación, porque se evita la parada de vehículos en la vía principal. Pero supone una pérdida de capacidad en relación a la alternativa anterior, puesto que conlleva el cruce de dos carriles de circulación para el giro a izquierdas.
- Valoración económica:
 - Primera alternativa: en este caso, únicamente se ha de adaptar la zona de la intersección realizando un sobreechanco a fin de permitir la ubicación del carril de almacenamiento y espera y adaptar el ramal de la carretera AB-205.
 - Segunda alternativa: el coste de construcción sería similar, puesto que no se modifica la plataforma de la vía principal, pero se ha de adaptar tanto el ramal de la AB-205 como el ramal del coto de caza y ejecutar la media rotonda.
- Criterios técnicos:
 - Primera alternativa: Fácil ejecución, ya que ampliar carriles y colocar carriles nuevos es una operación en materia de seguridad vial que se hace constantemente.
 - Segunda alternativa: También se trata de una ejecución fácil, puesto que únicamente se han de adaptar los ramales y ejecutar las dos partes de la rotonda partida.
- Medio ambiente:
 - Primera alternativa: la afección al medio natural es prácticamente nula en este caso, porque se trata de la modificación de la plataforma ya existente. Únicamente supondrá la ampliación de la zona ocupada por la intersección debido al sobreechanco para la construcción del carril de almacenamiento y espera y del ramal de la vía AB-205. Pero, por otro lado, el desplazamiento del acceso al coto de caza puede suponer una molestia para el usuario de dicha vía.

- Segunda alternativa: como la alternativa anterior, la afección es similar, porque la ejecución de la media rotonda no supone una ocupación mucho mayor del terreno colindante.

Finalmente, se propone la siguiente valoración para cada uno de los criterios:

Alternativa	Efectividad	Funcionalidad	Valoración Económica	Criterios Técnicos	Medio Ambiente	Valoración final
PESO (%)	40	15	20	10	15	
1ª	8	8	7	8	7	7,65
2ª	5	5	7	8	7	6

Tabla 41. Valoración de los criterios para las alternativas de intersección con CM-3207. Fuente: Elaboración propia.

La mejor alternativa para la presente intersección, por tanto, es la **primera alternativa** porque el giro a izquierdas supone el cruce de un único carril, situación que mejora en gran medida la seguridad vial y la funcionalidad de la vía principal.

8.3. ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN ACCESOS

Cuanto mayor sea la densidad de accesos a una carretera mayor es la probabilidad de producirse un accidente, es por ello que resulta conveniente reducir los accesos a 0,5 accesos por kilómetro. Para ello, la mejor solución es concentrar los accesos en los puntos de la carretera donde se pueda conseguir una visibilidad suficiente y un acondicionamiento adecuado para la realización de las maniobras de entrada y salida. Si no es posible, se tienen que acondicionar los accesos existentes con elementos de canalización de los giros, de señalización y balizamiento y con carriles de aceleración y deceleración adecuados.

En cuanto los accesos a caminos rurales, se pavimentarán los últimos 5 metros de tal forma que el acceso sea lo más horizontal posible. Con esta medida se consigue erradicar la suciedad que estos accesos originan en la vía.

En accesos donde el principal problema es la visibilidad de cruce, lo ideal es despejar la carretera, eliminando los obstáculos que impiden alcanzar la visibilidad necesaria. Cuando no se pueda despejar la zona, se limitará la velocidad en el tramo, acorde con la visibilidad disponible.

A continuación, se presentan las propuestas de actuación para aquellos accesos que en el apartado de análisis de accesos se ha evidenciado que existe una problemática.

A. ACCESOS 411+329 Y 411+533, SENTIDO ASCENDENTE

En este caso, la distancia entre accesos es menor a los 250 metros recomendados por la norma, por lo que se plantea la eliminación del acceso 411+533 y la concentración en el p.k. 411+329, puesto que sus caminos se comunican en un punto próximo internamente:



*Ilustración 109. Distancia y recorridos entre acceso 411+329 y 411+533. Fuente:
Elaboración propia.*

B. ACCESO 412+471, 412+670 Y 412+825, EN SENTIDO ASCENDENTE

A la reducida distancia que existe entre el acceso ubicado en el p.k. 412+670 y sus colindantes, se suma:

- El mal estado de dicho ramal y la ubicación en el carril de deceleración de la conexión siguiente:



Ilustración 110. Estado acceso 412+670. Fuente: Google Maps.

La existencia de conexión entre los caminos de los tres accesos hace que la eliminación de dicho acceso no suponga un problema relevante, puesto que se puede llegar al mismo punto desde los otros dos. En la siguiente imagen se muestra dicha conexión:

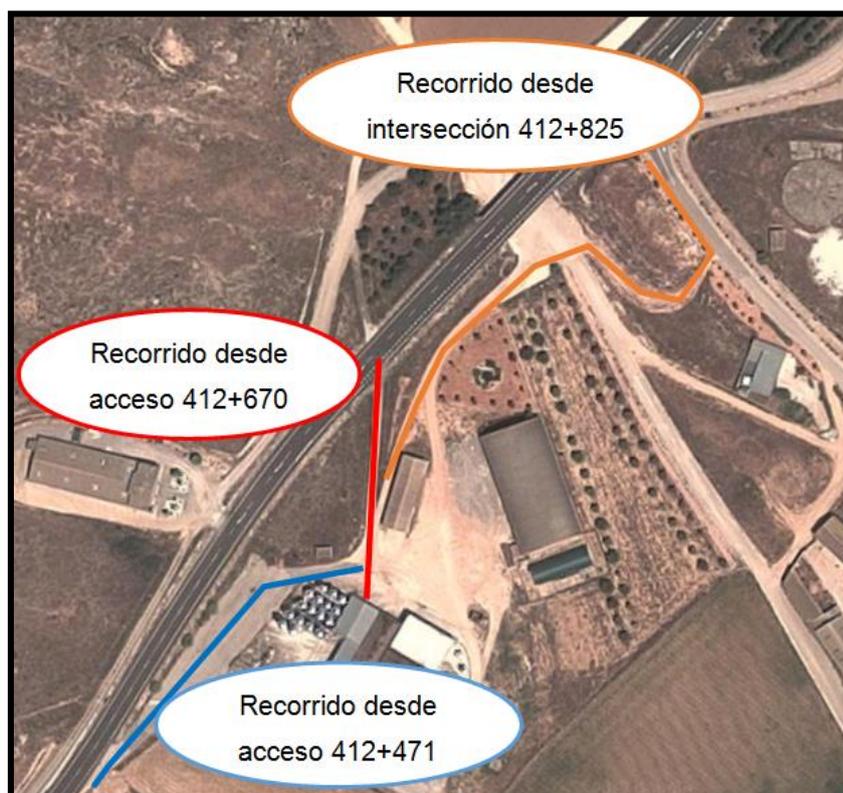


Ilustración 111. Detalle recorrido accesos 412+471 y 412+670 e intersección 412+825.
Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.

Por lo tanto, se propone la eliminación del acceso 412+670.

C. ACCESO 416+734 Y 416+096 EN SENTIDO ASCENDENTE

La distancia entre dichos accesos es inferior a 250 metros de nuevo. Por lo que, se plantea como solución la eliminación del acceso 416+734, de modo que las incorporaciones se den en el acceso inmediatamente previo a él, como se muestra a continuación:



Ilustración 112. Unión de caminos con conexión a la vía principal en accesos 416+734 y 416+096. Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.

D. ACCESOS P.K. 416+910 Y 417+127, EN SENTIDO DESCENDENTE

Como en casos anteriores, el presente par de accesos también se encuentran muy próximos entre sí. Se propone, por tanto, la concentración de dichos accesos eliminando en sentido ascendente el acceso del p.k. 417+127 y en sentido descendente el acceso del p.k. 416+910. A continuación, se muestra lo descrito:

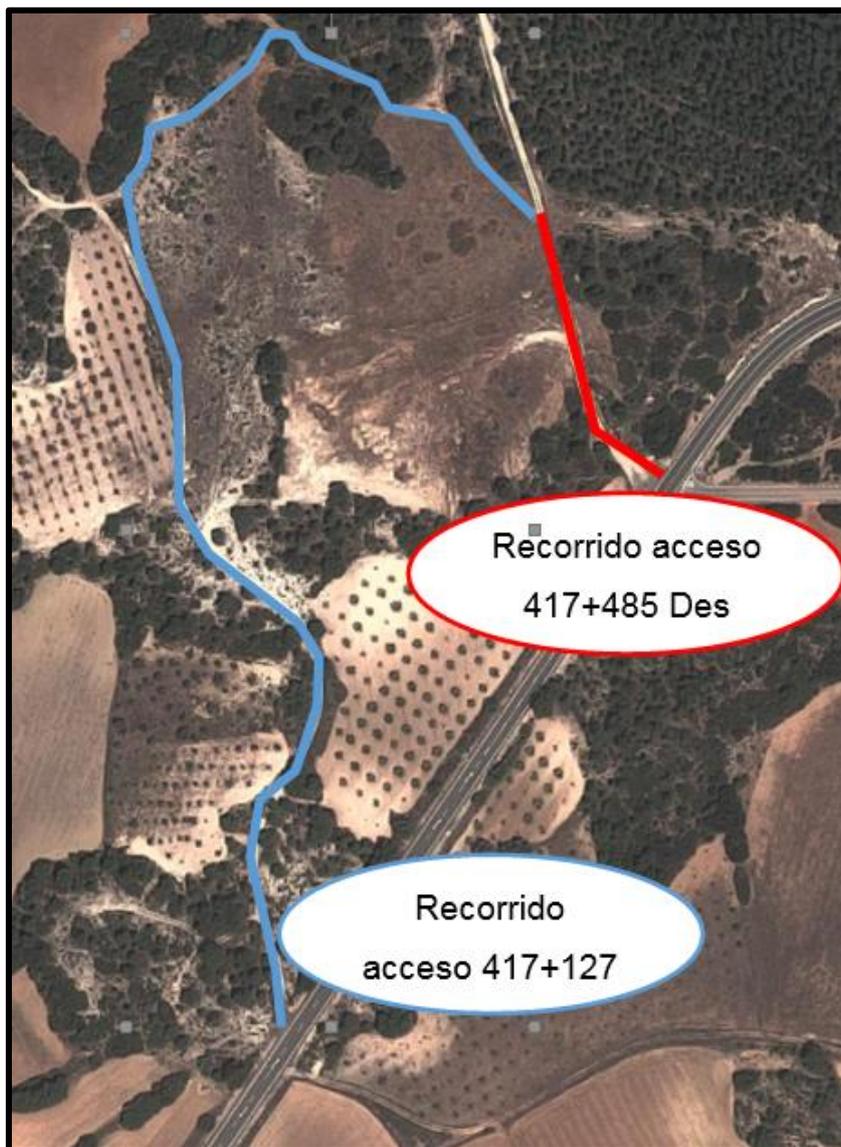


*Ilustración 113. Recorrido caminos de accesos en p.k. 416+910 y 417+127. Fuente:
Elaboración propia a partir de imagen de Google Maps.*

E. ACCESO P.K. 417+485 E INTERSECCIÓN AB-205.

El presente acceso tiene una IMD muy baja en comparación con la carretera AB-205, cuyo ramal se encuentra enfrentado a él, y la diferencia es aún mayor si se compara con la vía principal, N-322. Por lo que, mantener su ubicación en dicho punto de la vía únicamente supondría un coste y complejidad superior a la hora de elegir una solución para dicha intersección, como ya se ha visto anteriormente.

Es por ello que se ha optado por la supresión de dicho acceso en su ubicación actual y su desplazamiento, de modo que el acceso se realice por el ya existente en el P.K. 417+127, en sentido descendente. A continuación, se expone una imagen que explica la factibilidad de dicha actuación, puesto que los caminos interiores que desembocan en dichos accesos tienen un punto de unión en su recorrido.



*Ilustración 114. Recorrido caminos de accesos en p.k. 417+127 y 417+485. Fuente:
Elaboración propia.*

8.4. ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN MÁRGENES

Una de las medidas más importante a la hora de tratar la seguridad vial es el tratamiento de los márgenes. Lo más importante es que estén libres de obstáculos en una anchura suficiente a ambos lados de la calzada para poder permitir la recuperación del control de los vehículos que sufran una salida de la vía.

Entre los obstáculos que se tendrían que eliminar en los márgenes están:

- Aquellas cunetas que no tengan el perfil de seguridad.
- Soportes de luminarias, de señalización y de servicios públicos.
- Los muretes y los pasos salvacunetas.

- Elementos de apoyo de estructuras y de obras de paso.
- Árboles y elementos del tratamiento paisajístico.
- Taludes de pendientes superiores a 5:1.

En los casos en los que no sea posible la eliminación de los obstáculos, deben instalarse dispositivos de contención adecuados.

Se debe tener en cuenta que la colisión con los dispositivos de contención puede conllevar más riesgos para el conductor, que la ausencia de las mismas; por ello es recomendable valorar las consecuencias en uno y otro caso.

Después del análisis de márgenes, se proponen las siguientes actuaciones:

- Talado de un árbol en el P.K. 411+050, tres árboles en el P.K. 411+400, dos árboles en el P.K. 413+500, tres árboles en el P.K. 414+700 y un árbol en el P.K. 418+000. En total, talado de 10 árboles.
- Colocación de bionda para proteger torre de Alta Tensión en el p.k. 413+550.
- Demolición de arquetas existentes y ejecución de arquetas de seguridad en ambos sentidos de circulación del P.K. 413+800, en ambos sentidos de circulación del P.K. 416+300, en el P.K. 418+400 en sentido ascendente y en el P.K. 420+050 en sentido ascendente.
- Colocación de rejilla de seguridad tipo “pico de flauta” en pasos salvacuneta en los accesos en los P.K. 411+329, 412+022, 412+670, 413+817, 414+387 y 416+096.
- Colocación de dispositivos de contención no agresivos para los motociclistas, entre los P.K. 417+700 y 417+800.

9. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTUACIONES DE MEJORA

Naturaleza	Solución
Trazado	Adaptación a una velocidad de proyecto de 40 km/h y actuación sobre los puntos más conflictivos: <ul style="list-style-type: none">- Disminuir la pendiente del talud entre los P.K. 417+600 y 418+000, para aumento de visibilidad en curva.- Aumento del radio de las tres curvas con dimensiones más reducidas.
Intersecciones	<ul style="list-style-type: none">- Ejecución de una rotonda en la conexión con la CM-3207, P.K. 412+300.- Eliminación de acceso en P.K. 417+485 y ejecución de intersección canalizada con carril de almacenamiento y espera para giros a

	izquierdas en intersección con AB-205.
Accesos	<p>Eliminación y concentración de accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inhabilitación del acceso 411+533 y concentración en el acceso 411+329. - Rehabilitación del firme y marcas viales en el acceso de P.K. 412+471. - Eliminación del acceso 412+670. Quedando los accesos con P.K. 412+825 y 412+471. - Inhabilitación del acceso 416+734 y reubicación por el acceso 416+096. - Eliminación del acceso 417+127 y concentración en el acceso 416+910 en sentido ascendente; y, en sentido descendente, eliminar el acceso 416+910 y concentrar en 417+127. - Eliminar acceso 417+485 y desviar por acceso 417+127. <p>Pavimentar 5 metros en accesos a caminos rurales.</p>
Márgenes	<p>Despeje de márgenes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Talado de un árbol en el P.K. 411+050, tres árboles en el P.K. 411+400, dos árboles en el P.K. 413+500, tres árboles en el P.K. 414+700 y un árbol en el P.K. 418+000. En total, talado de 10 árboles. - Colocación de bionda para protección de torre de Alta Tensión en el P.K. 413+550. - Demolición de arquetas existentes y ejecución de arquetas de seguridad en ambos sentidos de circulación del P.K. 413+800, en ambos sentidos de circulación del P.K. 416+300 y en sentido ascendente del P.K. 418+400 y del P.K. 420+050. - Colocación de rejilla de seguridad en pendiente (tipo “pico de flauta”) en los laterales de los accesos en los P.K. 411+329, 412+022, 412+670, 413+817, 414+387 y 416+096. - Colocación de dispositivos de contención no agresivos para los motociclistas, entre los P.K. 417+700 y 417+800.

Tabla 42. Resumen de las actuaciones de mejora. Fuente: Elaboración propia.

10. VALORACIÓN ECONÓMICA

En el presente apartado se realiza una valoración económica de las actuaciones de mejora propuestas finalmente en el presente estudio. En un primer apartado se describen las principales unidades de obra necesarias para llevar a cabo las

actuaciones de mejora, y, en un apartado posterior, se estima el presupuesto total a partir de las mediciones de cada una de las unidades de obra descritas.

10.1. PLATAFORMA A EJECUTAR

10.1.1. SECCIÓN TRANSVERSAL

Para realizar las mediciones se define la sección transversal dependiendo del tramo sobre el que actuar, para que sea semejante al resto del tramo en el que se implementa. Es por ello que se definen dos tipos de secciones, una en la zona del tramo de montaña y otra para las dos conexiones sobre las que se van a actuar.

A. TRAMO ENTRE LOS P.K. 417+539,66 Y 422+605,24 (TRAMO DE MONTAÑA)

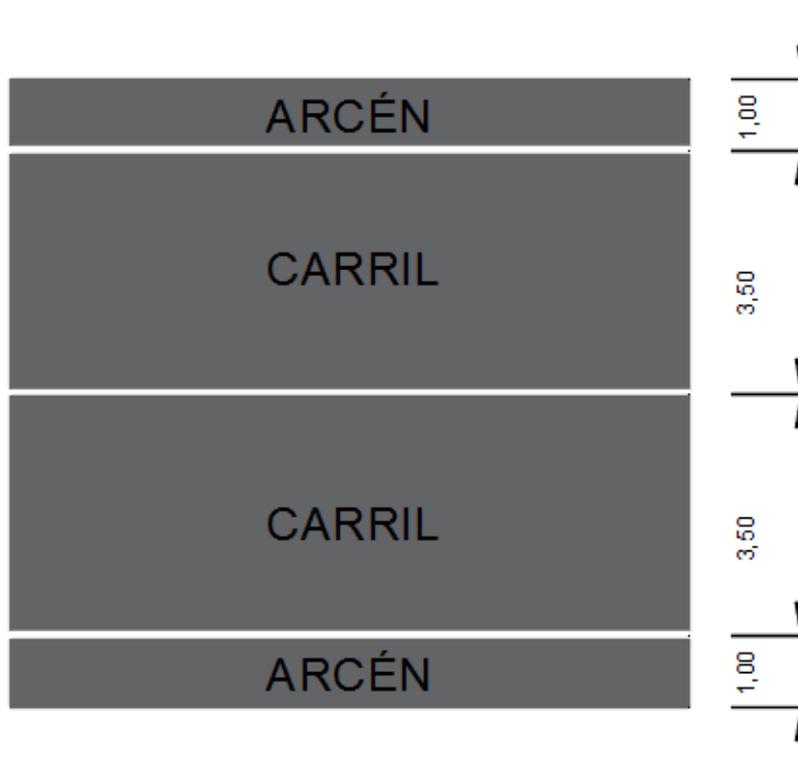


Ilustración 115. Sección transversal tramo montaña (medidas en metros). Fuente: Elaboración propia.

B. RESTO DE TRAMO SOBRE EL QUE ACTUAR

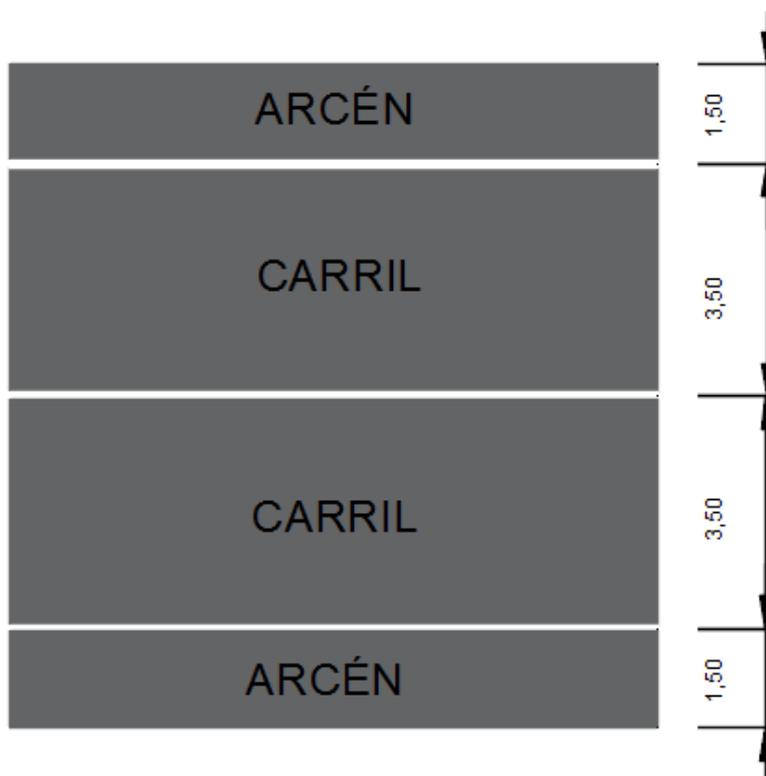


Ilustración 116. Sección transversal tramo no de montaña (medidas en metros).

Fuente: Elaboración propia.

10.1.2. CATEGORÍA DE TRÁFICO

A. HIPÓTESIS 1

Según la Norma 6.1 I.C, para estimar la evolución del tráfico pesado en el año de puesta en servicio, se podrá adoptar como tasa de crecimiento el valor medio de las obtenidas en los últimos cinco años en la estación de aforo más próxima al tramo de estudio. En este caso, la estación de cobertura será la V-137-2 para la N-322. Esta estimación está enfocada en un principio para determinar el tráfico futuro de pesados con el fin de caracterizar el firme y determinar su estructura idónea. Se empleará dicha estimación para poder hacer valoraciones del tráfico actual y futuro de los dos tramos y extraer las conclusiones pertinentes.

En la siguiente tabla podemos observar el incremento porcentual que se aprecia respecto al año anterior y la media resultante de los últimos 5 años, con datos disponibles, tanto de los vehículos totales como de pesados:

Año	IMD		IMDp	
	N-322	% Crecimiento	N-322	% Crecimiento
2011	1228	0,8	249	0
2012	1157	-5,8	279	12
2013	1048	-9,4	233	-16,8
2014	1048	0	236	1,7
2015	999	-4,7	278	17,8
Valor medio	1096	-3,8	255	2,94

Tabla 43. Valor medio de las tasas de crecimiento obtenidas en la estación de aforo V-137-2 (N-322) entre los años 2011-2015. Fuente: Elaboración propia.

B. HIPÓTESIS 2

Para estimar las tasas de crecimiento se hace referencia a la Orden FOM/3317/2010 de 17 de diciembre de 2010, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de obras públicas del Ministerio de Fomento. Los incrementos recomendados por la Orden y que hemos utilizado en el estudio son:

<i>Incrementos de tráfico a utilizar en estudios</i>	
Período	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08 %
2013 – 2016	1,12 %
2017 en adelante	1,44 %

Tabla 44. Incrementos de tráfico a utilizar en estudios. Fuente: Orden FOM/3317/2010.

Estimación del tráfico:

Con los datos de IMD del último año aforado y aplicando las hipótesis que se han planteado anteriormente, se calculan las IMD en el año 2016 y el año horizonte 2020, con la siguiente expresión:

$$IMD = IMD_{2015} * (1 + i)^n$$

Siendo:

- i = Tasa de crecimiento anual en tanto por uno

- n = Número de años transcurridos (desde 2015)

Por lo tanto, el tráfico estimado será el siguiente:

Año	ESTIMACIÓN DE LA IMD			
	Hipótesis 1		Hipótesis 2	
	% Crecimiento	N-322	% Crecimiento	N-322
2015	-3,8	999	1,12	999
2016	-3,8	961	1,12	1010
2020	-3,8	823	1,12	944

Tabla 45. Estimación de la IMD según las hipótesis 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.

Por lo que, se adoptarán los resultados obtenidos de la hipótesis 2, que arrojan una intensidad media diaria (IMD) que circulará en el tramo de proyecto de 944 vehículos/día.

En cuanto al tráfico de pesados, se tiene en cuenta lo expuesto en la norma 6.1-IC Secciones de firme: "Para estimar la evolución del tráfico pesado, necesaria para la determinación de la intensidad en el año de puesta en servicio, se podrá adoptar como tasa de crecimiento el valor medio de las obtenidas en los cinco últimos años en la estación de aforo permanente o de control (primaria o secundaria) en el mismo itinerario y más próxima al tramo en estudio."

A continuación, se expone el % de IMD pesados de los últimos cinco años y se calcula la media:

Año	% IMDp
2011	25,67
2012	32,00
2013	28,84
2014	29,61
2015	38,83
Media	31,00

Tabla 46. Evolución del porcentaje de pesados en los últimos cinco años y media.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se tiene que la IMD de proyecto del tramo objeto de estudio será de 944 veh/día, con un 31% correspondiente a la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que da como resultado 293 veh.p/día.

Para el dimensionamiento del firme se tiene en cuenta la IMDp en el carril de proyecto, que en este caso resulta de dividir la IMDp total entre dos, resultando 147 vehículos pesados al día.

Según la tabla 1B de la Norma 6.1.-IC las categorías de tráfico pesado son:

Categoría de tráfico pesado	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	<200	<100	<50	<25
	≥100	≥50	≥25	

Tabla 47. Categorías de tráfico pesado T31 a T42. Fuente: Norma 6.1 I.C.

A la vista de los valores de esta tabla, el tramo del estudio tiene una categoría de tráfico **T31**.

10.1.3. EXPLANADA

A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga, que se obtendría mediante la realización de un “Ensayo de placa con carga”, que debe ser comprobado a pie de obra una vez se haya realizado la explanada.

Los límites de cada uno de los tipos de explanadas son los siguientes:

Categoría de Explanada	E1	E2	E3
E_{v2}	≥60	≥120	≥300

Tabla 48. Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga. Fuente: Norma 6.1-I.C.

A falta de datos geotécnicos, supondremos que el terreno sobre el cual se van a ejecutar los nuevos viales de rediseño de la geometría es un tipo de terreno TOLERABLE, y que la categoría de explanada del tramo existente corresponde a una categoría E2.

La formación de la explanada se lleva a cabo según lo dispuesto en la figura 1 de la Norma 6.1-IC:

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANADA (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
		SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1 $E_{op} \geq 60\text{MPa}$					
	E2 $E_{op} \geq 120\text{MPa}$					
	E3 $E_{op} \geq 300\text{MPa}$					

IN Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)

0 Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)

1 Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)

2 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

3 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

S-EST 2 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

S-EST 3 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

HM-20 Hormigón (Art. 610 del PG-3)

tipo de material

espesor mínimo en cm

2

30

2

suelo de explanada o de la obra de tierra subyacente

Tabla 49. Formación de la explanada. Fuente: Figura 1 de la norma 6.1-I.C.

Por motivos económicos, se ha optado por la siguiente explanada formada por 75 cm de suelo seleccionado.

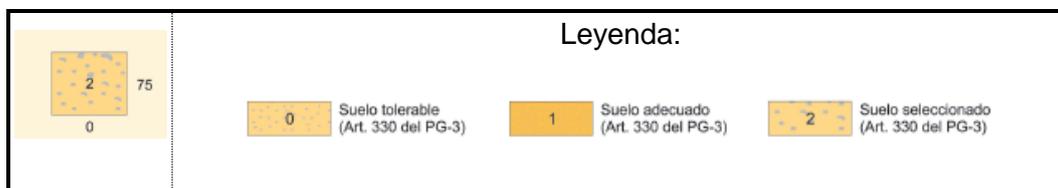


Tabla 50. Explanada finalmente seleccionada y leyenda. (Cotas en cm). Fuente: Elaboración propia.

10.1.4. FIRME

Una vez definidas la categoría de tráfico y la explanada, se tendrá en cuenta el catálogo de secciones de firme de la norma 6.1-I.C. para obtener las posibles soluciones de firme.

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 3112 MB 15 3114 HF 21 ZA 40	3211 MB 18 3212 MB 12 3214 HF 21 ZA 40	4111 MB 10 ¹¹ 4112 MB 8 4114 HF 20 ZA 40	4211 MB 5 ¹¹ 4212 MB 5 4214 HF 18 SC 25 ZA 35
	E2	3121 MB 16 3122 MB 12 3124 HF 21 ZA 40	3221 MB 15 3222 MB 10 3224 HF 21 ZA 35	4121 MB 10 ¹¹ 4122 MB 8 4124 HF 20 ZA 30	4221 MB 5 ¹¹ 4222 MB 5 4224 HF 18 SC 22 ZA 25
	E3	3131 MB 16 3132 MB 12 3134 HF 21 ZA 25	3231 MB 15 3232 MB 10 3234 HF 21 ZA 20	4131 MB 10 ¹¹ 4132 MB 8 4134 HF 20 ZA 20	4231 MB 5 ¹¹ 4232 MB 5 4234 HF 18 SC 20 ZA 20

MB Mezclas bituminosas HF Hormigón de firme SC Suelocemento ZA Zahorra artificial

Espesores mínimos en cm

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

Nota 1: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

Tabla 51. Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico T31, T32, T41 y T42 en función de la categoría de explanada. Fuente: Figura 2.2 de la norma 6.1-I.C.

En el presente caso la norma dispone tres posibles soluciones para el firme y se ha seleccionado el paquete 3121, que dispone de 16 cm de Mezclas Bituminosas y 40 cm de Zahorra Artificial:

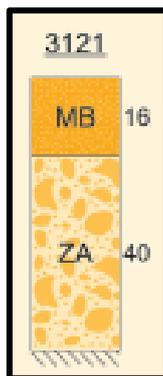


Ilustración 117. Paquete de firme seleccionado. Fuente: Norma 6.1-IC.

Para la elección del tipo de ligante bituminoso, así como para la relación entre su dosificación en masa y la del polvo mineral, se tendrá en cuenta la zona térmica estival definida en la figura siguiente:

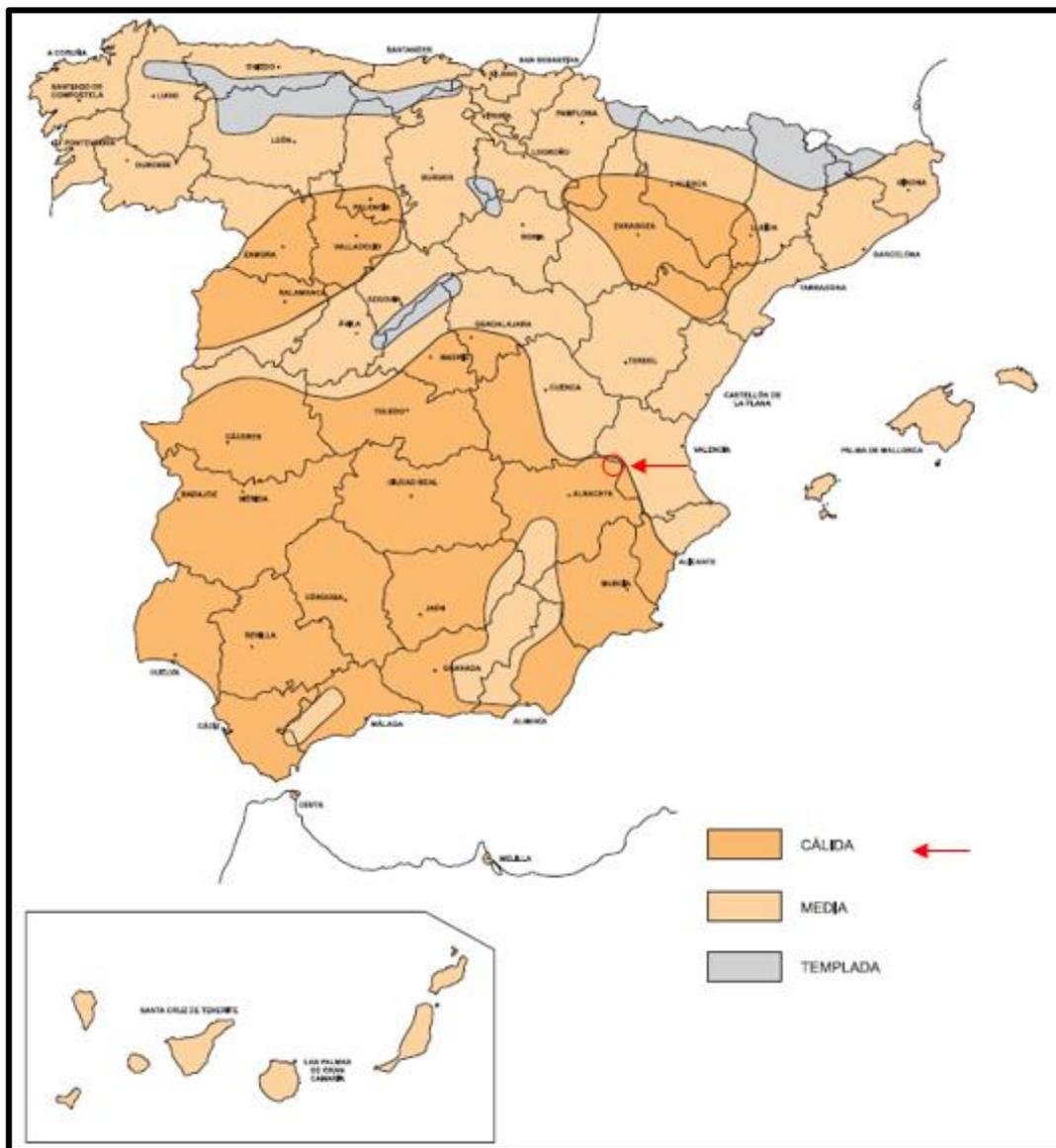


Ilustración 118. Zona térmica estival. Fuente: Figura 3 de la norma 6.1-I.C.

Como se puede apreciar, se encuentra en una zona térmica estival cálida.

Con el siguiente mapa de pluviometría se obtendrá el tipo de zona pluviométrica en la que se sitúa el tramo objeto de estudio:

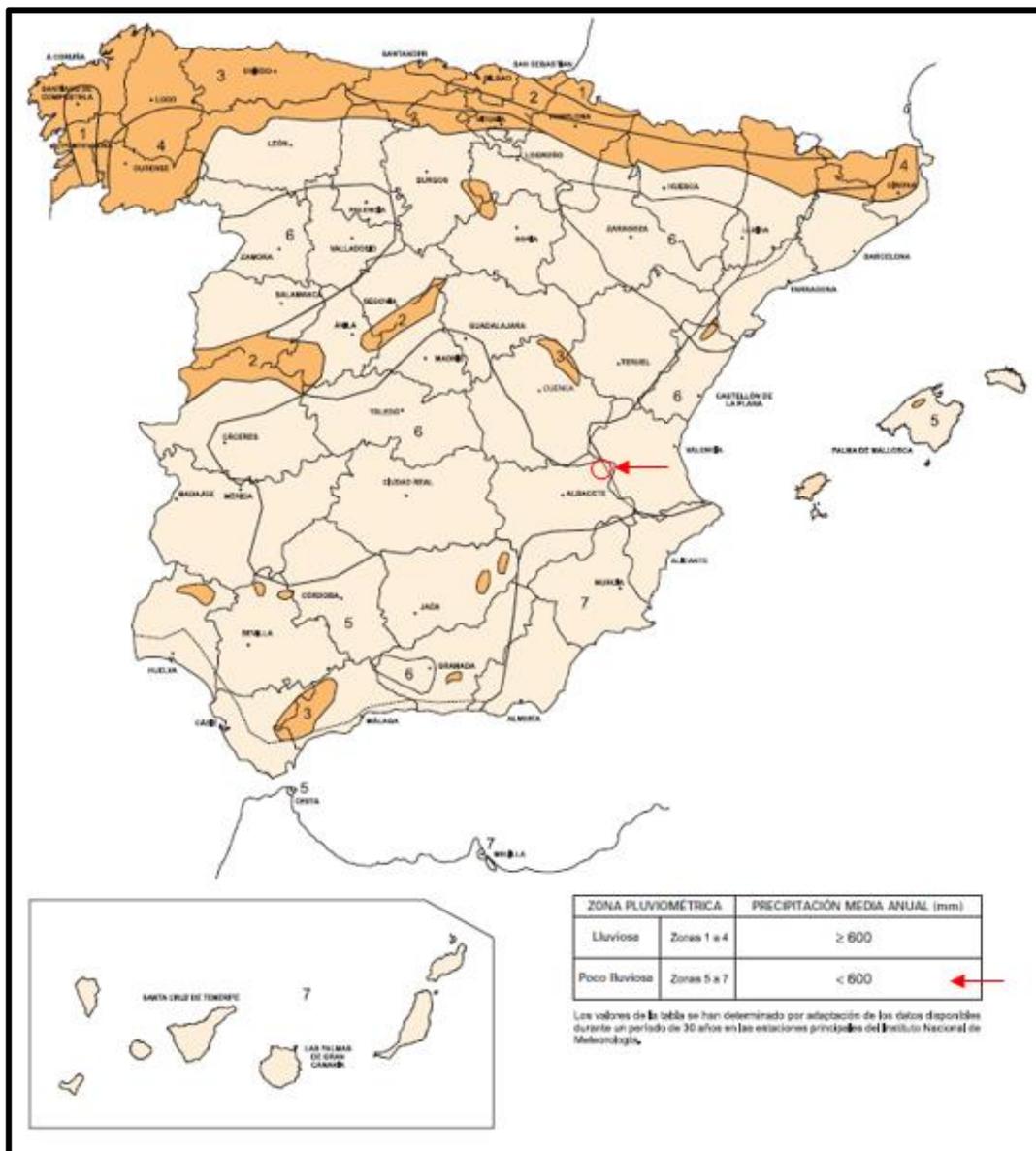


Ilustración 119. Zonas pluviométricas. Fuente: Figura 4 de la norma 6.1-I.C.

El tramo objeto de estudio se encuentra en una zona pluviométrica poco lluviosa, con una precipitación media anual inferior a 600 milímetros. Por lo que, no se proyectará pavimento con mezcla drenante.

Por tanto, para una zona térmica estival cálida y una categoría de tráfico T31 el ligante hidrocarbonado a disponer puede ser:

- En capa de rodadura y siguiente: 35/50, 50/70, BC35/50, BC50/70 y PMB 45/80-60.
- En capa de base: 50/70 y BC50/70.

El espesor de las capas vendrá determinado por los valores dados en la tabla 6 del Artículo 6.2.1.1. de la Norma 6.1-IC:

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.

Tabla 52. Espesor de las capas de mezcla bituminosa en caliente. Fuente: Tabla 6 de la Norma 6.1-IC.

La capa superficial del paquete de firmes estará compuesta por:

- 4 cm de capa de rodadura.
- 6 cm de capa intermedia.
- 6 cm de capa base.

Los riegos en carreteras consisten en aplicar una emulsión bituminosa sobre una capa de firme para conseguir garantizar la adherencia entre capas y el correcto curado de capas de firme tratadas con cemento. Existen diferentes tipos de riegos que se definen a continuación:

- Riegos de imprimación:

Según lo establecido en el Pliego de Carreteras PG-3, consiste en la aplicación de un ligante fluido sobre una superficie no tratada, que puede ser una capa granular o la explanada.

Su función consiste en preparar la superficie y garantizar la adherencia entre una emulsión bituminosa y una capa granular.

Como riego de imprimación en este caso podrán usarse dos tipos de emulsiones bituminosas, C50BF4 IMP o C60BF4 IMP, descritas ambas en el artículo 214 del Pliego de Carreteras PG-3. La emulsión utilizada será C60BF4 IMP.

- Riegos de adherencia:

Un riego de adherencia se define como la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa.

Teniendo en cuenta la categoría del tráfico pesado (T31), se utilizará una emulsión bituminosa catiónica convencional, concretamente la denominada C60B3 ADH.

Finalmente tenemos la siguiente distribución del paquete de firme:

	Espesor (cm)	Capa	Material
Sección Firme 3121	4	Rodadura	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 surf S
		Riego de adherencia	Emulsión bituminosa tipo C60B3 ADH
	6	Intermedia	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 bin S
		Riego de adherencia	Emulsión bituminosa tipo C60B3 ADH
	6	Base bituminosa	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G
		Riego de imprimación	Emulsión bituminosa tipo C60BF4 IMP
	40	Zahorra artificial	Zahorra artificial tipo ZA25 (extendida en 2 capas)
	75	Suelo seleccionado	Suelo seleccionado (Art 330 PG-3)
	Suelo subyacente	Suelo tolerable	

Tabla 53. Disposición de capas de firme. Fuente: Elaboración propia.

10.2. SEÑALIZACIÓN

Debido a los cambios introducidos tanto en el trazado como en las nuevas intersecciones, será necesario señalar convenientemente la vía tanto horizontal como verticalmente. Para ello se ha seguido lo dispuesto en las normas 8.1-IC y 8.2-IC de señalización vertical y marcas viales, que se ha explicado en el apartado anterior "6.6. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL".

La señalización de la zona más accidentada, entre los p.k. 417+539,66 – 422+605,24, se dispondrá según los planos anejos nº 4 y 5.

Por otro lado, la señalización de las intersecciones se realizará con forme al siguiente esquema extraído de la norma:

- Actuación en la intersección con la CM-3207, que da acceso al municipio de Alborea, en la que se ubicará una glorieta:

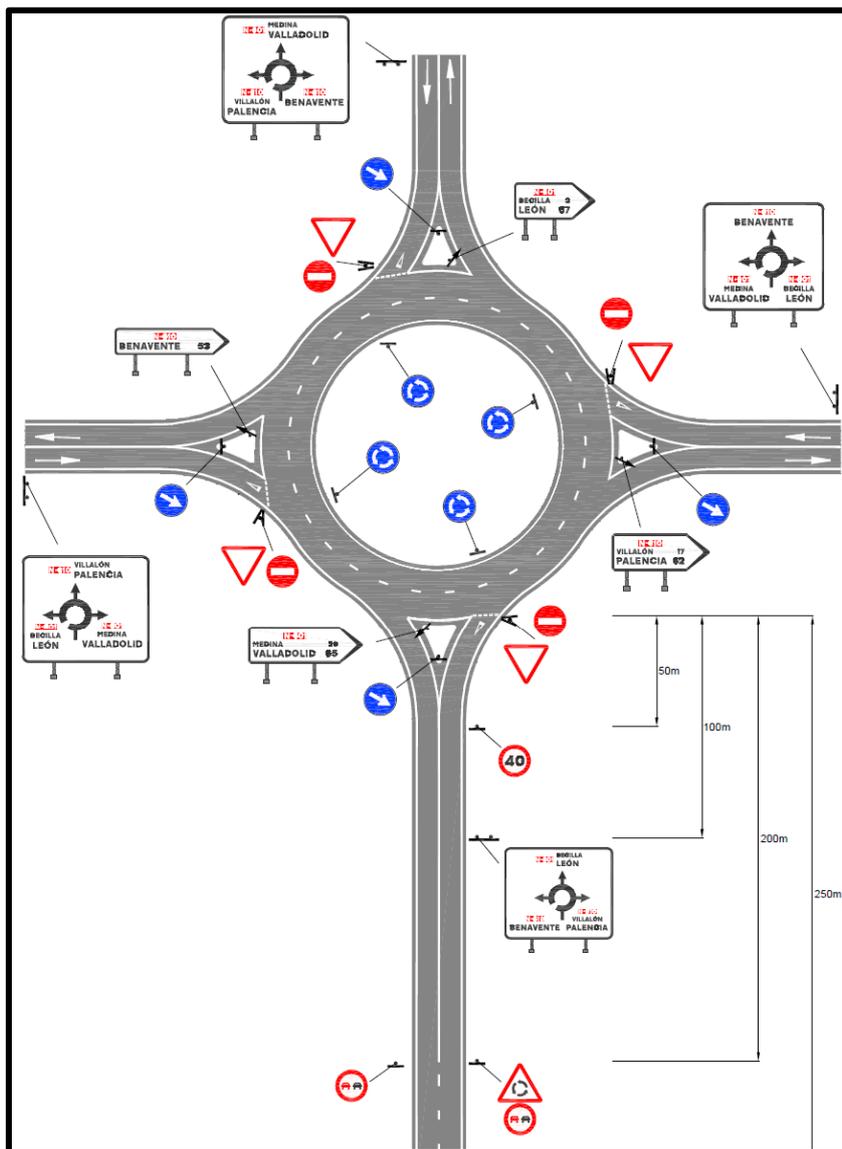


Ilustración 120. Señalización de una intersección mediante glorieta. Fuente: Norma 8.1-IC "Señalización Vertical".

- Actuación en la intersección con la carretera AB-205, en la que se han canalizado los giros a izquierdas mediante carriles centrales de almacenamiento y espera:

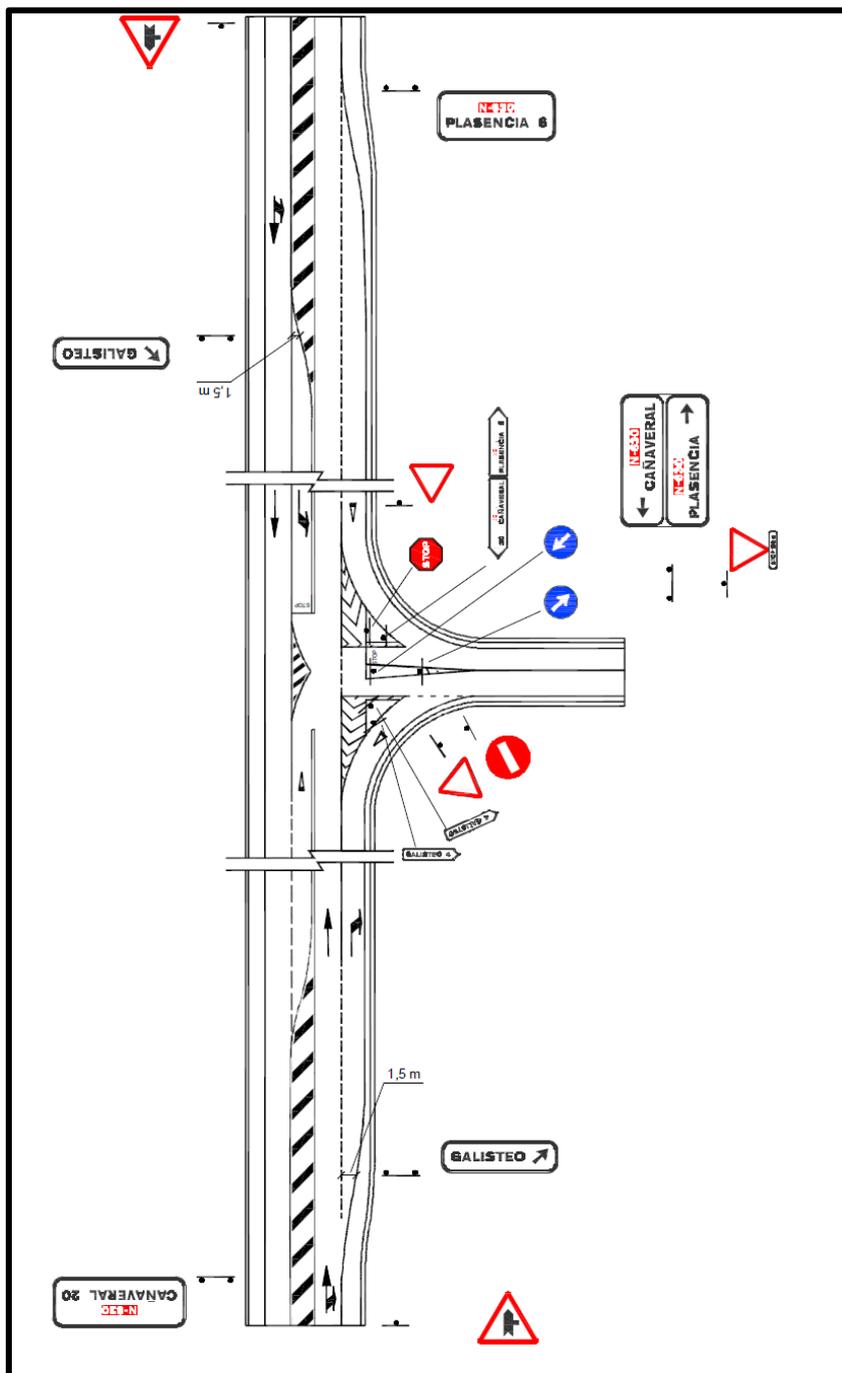


Ilustración 121. Señalización de intersección en con carriles de espera. Fuente: Norma 8.1-IC "Señalización Vertical".

10.3. UNIDADES DE OBRA

UNIDADES DE OBRA			
Código	Ud.	Descripción	Precio
DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN			
U001	m ²	<u>Demolición de pavimento.</u> Demolición de pavimento de	3,70 €

UNIDADES DE OBRA			
Código	Ud.	Descripción	Precio
		cualquier tipo y espesor, carga y transporte a vertedero	
UO02	Ud	<u>Demolición de arqueta</u> . Demolición de arqueta de obra de fábrica, de más de 500 l de capacidad, con medios manuales, sin deteriorar las conducciones que conecten con la arqueta, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye la obturación de las conducciones conectadas al elemento.	40,60 €
UO03	Ud	<u>Talado de árbol</u> . Talado de árbol, mayor de 60 cm de diámetro de tronco, con motosierra y camión con cesta. Incluso extracción de tocón y raíces con posterior relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación, troceado de ramas, tronco y raíces, retirada de restos desechos, y carga a camión, incluido transporte a vertedero autorizado.	90,00 €
MOVIMIENTO DE TIERRAS			
UO04	m ²	<u>Desbroce y limpieza superficial de terreno</u> . Desbroce y limpieza superficial de terreno de bosque por medios mecánicos, hasta una profundidad de 30 cm y retirada de arbolado de diámetro menor de 30 cm, carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero.	1,48 €
UO05	m ³	<u>Terraplenado</u> . Formación de terraplén a cielo abierto para cimientado de terraplén, mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material de la propia excavación y posterior compactación con medios mecánicos hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% PM, y ello cuantas veces sea necesario, hasta conseguir la cota de subrasante. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo del material y humectación del mismo.	15,57 €
UO06	m ³	<u>Desmante</u> . Desmante en terreno de tránsito de la explanación, con medios mecánicos, incluso transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo, a cualquier distancia.	4,83 €
UO07	m ³	<u>Terraplén de suelo seleccionado</u> . Terraplén de suelo seleccionado de 75 cm de espesor, para formación de explanada E-2, procedente de préstamos, incluyendo suministros, extendido, humectación y compactación al 95% PM, totalmente terminado.	7,06 €

UNIDADES DE OBRA			
Código	Ud.	Descripción	Precio
FIRME			
UO08	m ³	<u>Base de Zahorra Artificial (ZA)</u> . Sección de firme constituida por 0,40 metros de Zahorra Artificial. Incluye: Extendido y compactación de Zahorra Artificial ZA25 en formación de bases granulares, incluso extensión, humectación y/o desecación y compactación al 98% P.M.	22,17 €
UO09	t	<u>M.B.C tipo "AC22 surf S" en capa de rodadura</u> . Sección de firme constituida por 0,04 metros de mezcla bituminosa AC22 surf S. Incluye: Fabricación, preparación de la superficie, extendido y compactación de la mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 surf S con betún B50/70, con un rendimiento de 150-300 t/día.	37,78 €
UO10	t	<u>M.B.C tipo "AC32 bin S" en capa intermedia</u> . Sección de firme constituida por 0,06 metros de mezcla bituminosa AC32 bin S. Incluye: Fabricación, preparación de la superficie, extendido y compactación de la mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 bin S con betún B50/70, con un rendimiento de 150-300 t/día.	40,20 €
UO11	t	<u>M.B.C tipo "AC32 base G" en capa de base</u> . Sección de firme constituida por 0,06 metros de mezcla bituminosa AC32 base G. Incluye: Fabricación, preparación de la superficie, extendido y compactación de la mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G con betún B50/70, con un rendimiento de 150-300 t/día.	45,10 €
UO12	m ²	<u>Riego de adherencia con emulsión C60B3 ADH</u> . Emulsión bituminosa catiónica, de rotura rápida C60B3 ADH, dotación 0,50 kg/m ² , empleada en riegos de adherencia, incluso barrido y preparación de la superficie, vertido y extensión.	0,18 €
UO13	m ²	<u>Riego de imprimación con emulsión C60BF4 IMP</u> . Emulsión asfáltica catiónica, de rotura rápida C60BF4 IMP, dotación 0,50 kg/m ² , empleada en riegos de imprimación, incluso barrido y preparación de la superficie, vertido y extensión.	0,18 €
UO14	m ²	<u>Firme rígido</u> . Formación de firme rígido para tráfico pesado T41 sobre explanada E2, compuesto por: capa de 22 cm de espesor de hormigón HF-3,5, resistencia a flexotracción a veintiocho días (28 d) de 3,5 MPa, con cemento de clase resistente 32,5 N, dosificación de	35,39 €

UNIDADES DE OBRA			
Código	Ud.	Descripción	Precio
		cemento $\geq 300 \text{ kg/m}^3$ de hormigón fresco, relación ponderal de agua/cemento (a/c) $\leq 0,46$, tamaño máximo del árido grueso $< 40 \text{ mm}$, coeficiente de Los Ángeles del árido grueso < 35 ; juntas longitudinales con barras de unión de acero B-500 S UNE 36068, de 12 mm de diámetro y 80 cm de longitud, colocadas a una separación de 1 m; juntas transversales cada 3,5 m; curado con pintura filmógena; sellado de juntas con cordón sintético y masilla bicomponente de alquitrán.	
UO15	m	<u>Bordillo barrera BP-2.</u> Bordillo barrera BP-2 de hormigón prefabricado monocapa, de 35x35x50 cm. colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 10 cm. de espesor, i/excavación necesaria, rejuntado y limpieza.	29,24 €
SEÑALIZACIÓN			
UO16	m	<u>Marca vial reflexiva continua blanca de 10 cm de ancho.</u> Marca vial reflexiva continua blanca, de 10 cm de ancho, ejecutada con pintura alcídica con una dotación de 720 gramos/m ² y aplicación de microesferas vidrio con una dotación de 480 gramos/m ² , incluso premarcaje.	0,35 €
UO17	m	<u>Marca vial reflexiva continua blanca de 15 cm de ancho.</u> Marca vial reflexiva continua blanca de 15 cm de ancho, ejecutada con pintura alcídica con una dotación de 720 gramos/m ² y aplicación de microesferas de vidrio con una dotación de 480 gramos/m ² , incluso premarcaje.	0,44 €
UO18	m ²	<u>Marca vial blanca reflexiva tipo I.</u> Marca vial blanca reflexiva tipo I, con pintura acrílica en emulsión acuosa, para cebreado, líneas transversales de detención y ceda el paso, flechas, símbolos, palabras, etc., incluso preparación y limpieza de la superficie y premarcaje, realmente ejecutada.	11,51 €
UO19	Ud	<u>Señal vertical de tráfico circular.</u> Suministro y colocación sobre el soporte de señal vertical de tráfico de acero galvanizado, circular, de 90 cm de diámetro, con retrorreflectancia nivel 2 (H.I.). Incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	123,70 €
UO20	Ud	<u>Señal vertical de tráfico triangular.</u> Suministro y colocación sobre el soporte de señal vertical de tráfico de acero galvanizado, triangular, de 135 cm de lado, con retrorreflectancia nivel 2 (H.I.). Incluso accesorios,	134,28 €

UNIDADES DE OBRA			
Código	Ud.	Descripción	Precio
		tornillería y elementos de anclaje.	
UO21	Ud	<u>Señal vertical de tráfico octogonal</u> . Suministro y colocación sobre el soporte de señal vertical de tráfico de acero galvanizado, octogonal, de 90 cm de doble apotema, con retrorreflectancia nivel 2 (H.I.). Incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	124,99 €
UO22	Ud	<u>Señal de orientación en cartel flecha</u> . Suministro y colocación de soporte para señal de orientación en cartel flecha de cualquier tamaño y material, compuesto por postes de acero galvanizado según planos, incluso parte proporcional de postes, elementos de fijación, cimentación con excavación, relleno de hormigón, placa base, pernos de anclaje y tornillería, desvíos de tráfico necesarios, totalmente instalado.	100,86 €
UO23	m ²	<u>Cartel para señal vertical de orientación</u> . Suministro y colocación de cartel para señal vertical de orientación formado por panel de lamas de chapa de acero galvanizado, retrorreflectante de al menos clase ra3-zb, para cualquier color, colocado sobre postes ipn de acero laminado galvanizado, incluso parte proporcional de postes, elementos de fijación, cimentación con excavación, relleno de hormigón, placa base, pernos de anclaje y tornillería, desvíos de tráfico necesarios, totalmente instalado.	276,37 €
UO24	Ud	<u>Desmontaje de señal vertical</u> . Desmontaje de señal vertical circular, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye la reparación de desperfectos en la superficie de apoyo y el desmontaje de los elementos de sujeción.	3,71 €
BALIZAMIENTO Y DEFENSA			
UO25	m	<u>Barrera metálica de seguridad para protección de motoristas</u> . Barrera metálica de seguridad para protección de motoristas, sistema AS-SM6.B (C4) con marcado CE, con parámetros de comportamiento N2, W5 y Clase A, tipo bionda en acero galvanizado con poste metálico CPN-120 de 1,5 m de longitud cada 4m, p.p. de separadores, anclajes, pieza en "U", banda inferior, tornillería y captafaros, totalmente colocada en recta mediante hincado de postes sobre tierra compactada o terreno de dureza similar.	74,00 €

UNIDADES DE OBRA			
Código	Ud.	Descripción	Precio
UO26	Ud	<u>Barrera de seguridad rígida tipo New Jersey</u> . Suministro y colocación de barrera de seguridad rígida tipo New Jersey prefabricada de hormigón, de 2,00x0,80x0,60 m, amortizable en 20 usos. Incluso p/p de mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.	54,34 €
PARTIDA ALZADA			
UO27	Ud	<u>Protección embocadura salvacunetas tipo "pico flauta" d600</u> . Protección de embocadura tipo "pico de flauta" en paso salvacunetas con tubo de 600 mm. Formado por solera de hormigón ha-20/b/20 de 15 cm. De espesor, muretes de hormigón armado ha-20/b/20, acero con una cuantía de 35 kg/m ³ encofrado y desencofrado, con talud 1/6, rejilla abatible de acero macizo de dimensiones 6,1 x 0,8 m. Con imprimación y pintura metálica de 16 mm. De diámetro formando cuadrícula de 20 x 20 cm., con resto de dimensiones y características según planos, incluso relleno de trasdós de muretes, según planos, completamente terminada.	135,56 €
UO28	Ud	<u>Arqueta de hormigón "in situ"</u> . Formación de arqueta de paso enterrada, de hormigón en masa "in situ" HM-30/B/20/I+Qb, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, sobre solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, cerrada superiormente con marco y tapa de fundición clase B-125 según UNE-EN 124; previa excavación con medios manuales y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso molde reutilizable de chapa metálica amortizable en 20 usos y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.	206,00 €

Tabla 54. Unidades de obra para valoración económica. Fuente: Elaboración propia.

10.4. PRESUPUESTO

10.4.1. PRESUPUESTO POR ACTUACIÓN

- TRAZADO

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN					7.104,00

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
UO01	m ²	Demolición de pavimento	1.920,00	3,70	7.104,00
MOVIMIENTO DE TIERRAS					47.190,60
UO04	m ²	Desbroce y limpieza superficial de terreno	1.480,00	1,48	2.190,40
UO05	m ³	Terraplenado	1.200,00	15,57	18.684,00
UO06	m ³	Desmante	1.856,00	4,83	8.964,48
UO07	m ³	Terraplén de suelo seleccionado	2.457,75	7,06	17.351,72
FIRME					83.374,51
UO08	m ³	Base de Zahorra Artificial (ZA)	1.310,80	22,17	29.060,44
UO09	t	M.B.C tipo "AC22 surf S" en capa de rodadura	321,15	37,78	12.133,05
UO10	t	M.B.C tipo "AC32 bin S" en capa de intermedia	481,72	40,20	19.365,14
UO11	t	M.B.C tipo "AC32 base G" en capa de base	471,89	45,10	21.282,24
UO12	m ²	Riego de adherencia con emulsión C60B3 ADH	5.243,20	0,18	943,78
UO13	m ²	Riego de imprimación con emulsión C60BF4 IMP	3.277,00	0,18	589,86
SEÑALIZACIÓN					2.884,44
UO16	m	Marca vial reflexiva continua blanca de 10 cm de ancho	361,90	0,35	126,67
UO17	m	Marca vial reflexiva continua blanca de 15 cm de ancho	723,70	0,44	318,43
UO19	Ud	Señal vertical de tráfico circular.	19	123,70	2.350,30
UO24	Ud	Desmontaje de señal vertical.	24	3,71	89,04
BALIZAMIENTO Y DEFENSA					7.918,00
UO25	m	Barrera metálica de seguridad para protección de motoristas	107,00	74,00	7.918,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL					148.471,56
GASTOS GENERALES			16 %	23.755,45	
BENEFICIO INDUSTRIAL			6%	8.908,29	
					181.135,29
IVA			21%	38.038,39	
TOTAL					219.173,68

Tabla 55. Valoración económica de la actuación en el trazado. Fuente: Elaboración propia.

• INTERSECCIÓN ALBOREA

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN					9.285,37
UO01	m ²	Demolición de pavimento	2509,56	3,70	9.285,37
MOVIMIENTO DE TIERRAS					21.499,87
UO04	m ²	Desbroce y limpieza superficial de terreno	243,57	1,48	360,48
UO06	m ³	Desmante	712,94	4,83	3.443,50
UO07	m ³	Terraplén de suelo seleccionado	2.506,50	7,06	17.695,89
FIRME					88.151,48
UO08	m ³	Base de Zahorra Artificial (ZA)	1.336,80	22,17	29.636,86
UO09	t	M.B.C tipo "AC22 surf S" en capa de rodadura	327,52	37,78	12.373,71
UO10	t	M.B.C tipo "AC32 bin S" en capa intermedia	491,27	40,20	19.749,05
UO11	t	M.B.C tipo "AC32 base G" en capa de base	481,25	45,10	21.704,38
UO12	m ²	Riego de adherencia con emulsión C60B3 ADH	5.347,20	0,18	962,50
UO13	m ²	Riego de imprimación con emulsión C60BF4 IMP	3.342,00	0,18	601,56
UO15	m	Bordillo barrera BP-2	106,82	29,24	3.123,42
SEÑALIZACIÓN					7.732,72
UO16	m	Marca vial reflexiva blanca de 10 cm de ancho	265,10	0,35	92,79
UO17	m	Marca vial reflexiva blanca de 15 cm de ancho	580,30	0,44	255,33
UO18	m ²	Marca vial blanca reflexiva tipo I	9	11,51	103,59
UO19	Ud	Señal vertical de tráfico circular	16	123,70	1.979,20
UO20	Ud	Señal vertical de tráfico triangular	6	134,28	805,68
UO22	Ud	Señal de orientación en cartel flecha	3	100,86	302,58
UO23	m ²	Cartel para señal vertical de orientación	15,12	276,37	4.178,71
UO24	Ud	Desmontaje de señal vertical.	4	3,71	14,84
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL					126.669,44
GASTOS GENERALES			16 %		20.267,11
BENEFICIO INDUSTRIAL			6%		7.600,17

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
					154.536,72
IVA			21%		32.452,69
TOTAL					186.989,41

Tabla 56. Valoración económica de la actuación en intersección de Alborea. Fuente:
Elaboración propia.

• INTERSECCIÓN CASAS DE VÉS:

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN					4.220,22
UO01	m ²	Demolición de pavimento	1.140,60	3,70	4.220,22
MOVIMIENTO DE TIERRAS					16.669,22
UO04	m ²	Desbroce y limpieza superficial de terreno	1.017,00	1,48	1.505,16
UO06	m ³	Desmante	508,50	4,83	2.456,06
UO07	m ³	Terraplén de suelo seleccionado	1.800,00	7,06	12.708,00
FIRME					61.061,38
UO08	m ³	Base de Zahorra Artificial (ZA)	960,00	22,17	21.283,20
UO09	t	M.B.C tipo "AC22 surf S" en capa de rodadura	235,20	37,78	8.885,86
UO10	t	M.B.C tipo "AC32 bin S" en capa intermedia	352,80	40,20	14.182,56
UO11	t	M.B.C tipo "AC32 base G" en capa de base	345,60	45,10	15.586,56
UO12	m ²	Riego de adherencia con emulsión C60B3 ADH	3.840,00	0,18	691,20
UO13	m ²	Riego de imprimación con emulsión C60BF4 IMP	2.400,00	0,18	432,00
SEÑALIZACIÓN					6.345,77
UO16	m	Marca vial reflexiva blanca de 10 cm de ancho	156,39	0,35	54,74
UO17	m	Marca vial reflexiva blanca de 15 cm de ancho	640,37	0,44	281,76
UO18	m ²	Marca vial blanca reflexiva tipo I	110,73	11,51	1.274,50
UO19	Ud	Señal vertical de tráfico circular	3	123,70	371,10
UO20	Ud	Señal vertical de tráfico triangular	4	134,28	537,12
UO21	Ud	Señal vertical de tráfico octogonal	1	124,99	124,99

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
UO22	Ud	Señal de orientación en cartel flecha	4	100,86	403,44
UO23	m ²	Cartel para señal vertical de orientación	11,88	276,37	3.283,28
UO24	Ud	Desmontaje de señal vertical.	4	3,71	14,84
BALIZAMIENTO Y DEFENSA					2.442,00
UO25	m	Barrera metálica de seguridad para protección de motoristas	33,00	74,00	2.442,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL					90.738,59
GASTOS GENERALES			16 %		14.518,17
BENEFICIO INDUSTRIAL			6%		5.444,32
					110.701,08
IVA			21%		23.247,21
TOTAL					133.948,29

Tabla 57. Valoración económica de la actuación en intersección de Casas de Vés.

Fuente: Elaboración propia.

• **ACTUACIONES EN ACCESOS Y MÁRGENES:**

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN					1.143,60
UO02	Ud	Demolición de arqueta	6	40,60	243,60
UO03	Ud	Talado de árbol	10	90,00	900,00
FIRME					16.987,20
UO14	m ²	Firme rígido	480,00	35,39	16.987,20
SEÑALIZACIÓN					42,92
UO16	m	Marca vial reflexiva blanca de 10 cm de ancho	14	0,35	4,90
UO17	m	Marca vial reflexiva blanca de 15 cm de ancho	21	0,44	9,24
UO18	m ²	Marca vial blanca reflexiva tipo I	2,50	11,51	28,78
BALIZAMIENTO Y DEFENSA					11.371,70
UO25	m	Barrera metálica de seguridad para protección de motoristas	150,00	74,00	11.100,00
UO 26	Ud	Barrera de seguridad rígida tipo New Jersey	5	54,34	271,70
PARTIDA ALZADA					2.862,72

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
UO27	Ud	Protección embocadura salvacunetas tipo "pico flauta" d600	12	135,56	1.626,72
UO28	Ud	Arqueta de hormigón "in situ"	6	206,00	1.236,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL					32.408,14
GASTOS GENERALES			16 %		5.185,30
BENEFICIO INDUSTRIAL			6%		1.944,48
					39.537,91
IVA			21%		8.302,94
TOTAL					47.840,85

Tabla 58. Valoración económica de la actuación en accesos y márgenes. Fuente: Elaboración propia.

10.4.2. PRESUPUESTO TOTAL

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN					21.753,19
UO01	m ²	Demolición de pavimento	5.570,16	3,70	20.609,59
UO02	Ud	Demolición de arqueta	6	40,60	243,60
UO03	Ud	Talado de árbol	10	90,00	900,00
MOVIMIENTO DE TIERRAS					85.359,69
UO04	m ²	Desbroce y limpieza superficial de terreno	2.740,57	1,48	4.056,04
UO05	m ³	Terraplenado	1.200,00	15,57	18.684,00
UO06	m ³	Desmante	3.077,44	4,83	14.864,04
UO07	m ³	Terraplén de suelo seleccionado	6.764,25	7,06	47.755,61
FIRME					249.574,60
UO08	m ³	Base de Zahorra Artificial (ZA)	3.607,60	22,17	79.980,50
UO09	t	M.B.C tipo "AC22 surf S" en capa de rodadura	883,87	37,78	33.392,62
UO10	t	M.B.C tipo "AC32 bin S" en capa intermedia	1.325,79	40,20	53.296,77
UO11	t	M.B.C tipo "AC32 base G" en capa de base	1.298,74	45,10	58.573,18
UO12	m ²	Riego de adherencia con emulsión C60B3 ADH	14.430,40	0,18	2.597,48

Código	Ud	Definición	Cantidad	Precio	Total
UO13	m ²	Riego de imprimación con emulsión C60BF4 IMP	9.019,00	0,18	1.623,43
UO14	m ²	Firme rígido	480,00	35,39	16.987,20
UO15	m	Bordillo barrera BP-2	106,82	29,24	3.123,42
SEÑALIZACIÓN					17.005,85
UO16	m	Marca vial reflexiva continua blanca de 10 cm de ancho	797,43	0,35	279,10
UO17	m	Marca vial reflexiva continua blanca de 15 cm de ancho	1.965,36	0,44	864,76
UO18	m ²	Marca vial blanca reflexiva tipo I	122,23	11,51	1.406,87
UO19	Ud	Señal vertical de tráfico circular	38	123,70	4.700,60
UO20	Ud	Señal vertical de tráfico triangular	10	134,28	1.342,80
UO21	Ud	Señal vertical de tráfico octogonal	1	124,99	124,99
UO22	Ud	Señal de orientación en cartel flecha	7	100,86	706,02
UO23	m ²	Cartel para señal vertical de orientación	27,00	276,37	7.461,99
UO24	Ud	Desmontaje de señal vertical	32	3,71	118,72
BALIZAMIENTO Y DEFENSA					21.731,60
UO25	m	Barrera metálica de seguridad para protección de motoristas	290,00	74,00	21.460,00
UO26	Ud	Barrera de seguridad rígida tipo New Jersey	5	54,34	271,60
PARTIDA ALZADA					2.862,72
UO27	Ud	Protección embocadura salvacunetas tipo "pico flauta" d600	12	135,56	1.626,72
UO28	Ud	Arqueta de hormigón "in situ"	6	206,00	1.236,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL					398.287,65
GASTOS GENERALES			16 %		63.726,02
BENEFICIO INDUSTRIAL			6%		23.897,26
					485.910,93
IVA			21%		102.041,30
TOTAL					587.952,23

Tabla 59. Valoración económica total. Fuente: Elaboración propia.

11. CONCLUSIONES

Una vez analizado el presente tramo objeto de estudio, perteneciente a la carretera convencional N-322, se concluye que incumple en repetidas ocasiones la normativa de trazado. A la mala coordinación recta-curva en planta del tramo más accidentado, se une la existencia de intersecciones mal planteadas, que suponen un serio problema para la seguridad vial, y la disposición de accesos agrícolas muy próximos entre sí.

La principal causa de los problemas encontrados es la existencia de un tramo de 5 km en el que la fuerte pendiente indica que es un tramo accidentado. Además, discurre por una zona con una elevada actividad agrícola, es por ello que existen numerosos accesos.

Dicho tramo ha sido incluido en varias ocasiones como uno de los tramos más peligrosos según el “Informe RACE de evaluación de la Red de Carreteras del Estado”. Y, pese a haber sido objeto de numerosas actuaciones en su trazado, continúan existiendo puntos en los que la mala coordinación entre alineaciones curvas y rectas y la existencia de radios muy reducidos, ha provocado una cantidad de accidentes todavía importante, para la baja intensidad de circulación que presenta.

En concreto, una vez analizados los aspectos de seguridad vial del tramo, se han encontrado los siguientes problemas:

- En los 5 km de tramo más accidentado la mayor parte de alineaciones rectas no cumplen con la longitud mínima recomendada por la norma, así como, existen alineaciones curvas de radio muy inferior al mínimo recomendado para la velocidad de proyecto. Del mismo modo, la coordinación entre radios de curvas circulares consecutivas, es prácticamente inexistente. Todo ello, unido a la existencia de una situación anterior y posterior en el que el relieve es mucho menos accidentado, las alineaciones rectas tienen una mayor longitud y las curvas unos radios más amplios, da lugar a una fuerte inconsistencia en el trazado.
- Existen dos intersecciones especialmente peligrosas por la baja visibilidad de cruce existente. Ya sea por encontrarse en plena curva o por situarse a continuación de una curva de radio reducido y sin canalización de movimientos a izquierdas.
- Se disponen gran cantidad de accesos agrícolas próximos entre sí que, además, no disponen de un firme en buen estado, lo que provoca problemas de suciedad en la plataforma estudiada.

- Los márgenes también han sido un tema a estudiar en profundidad, puesto que el 50% de los accidentes son del tipo “Salida de vía” y se ha de procurar la existencia de márgenes “perdonadores” que permitan la incorporación del vehículo una vez se haya salido de la vía y que supongan el mínimo peligro posible para la seguridad vial. En este sentido, encontramos márgenes “no perdonadores” por la disposición de taludes de grandes pendientes, árboles, una torre eléctrica sin proteger y arquetas y pasos salvacuneta sin las medidas de seguridad pertinentes.

Sin embargo, el tramo tiene una sección transversal y una señalización en buen estado que no presenta anomalías importantes y cumple las normas correspondientes.

Para dar solución a los problemas anteriores, teniendo en cuenta la baja intensidad de tráfico de la vía unido al aspecto económico, se ha propuesto:

- Reducir la velocidad de proyecto a 40 km/h y actuar en aquellos puntos del trazado con mayores problemas por accidentabilidad.
- Disponer intersecciones que canalicen el tráfico y permitan una mayor visibilidad de cruce.
- Restringir el número de accesos agrícolas y mejorar los primeros 5 kilómetros de firme para evitar la suciedad en la plataforma de la vía principal.
- Mejorar los márgenes para reducir la peligrosidad de los accidentes por salida de vía.

Finalmente, se estima que las actuaciones necesarias para mejorar la seguridad vial del tramo suponen alrededor de **587.952,23 €**. Un coste razonable en relación a la mejora, en términos de seguridad vial, que supone para los usuarios de la vía. Ya que, se ha intentado mejorar el máximo posible al menor coste posible.

12. BIBLIOGRAFÍA

Normativa:

- Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.
- Norma 8.1-IC Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.
- Norma de carreteras 8.2-IC Marchas Viales. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.



- Norma 6.1-IC Secciones de Firme, de la Instrucción de Carreteras. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.
- Catálogo de Señales Verticales de Circulación I y II. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Obras Públicas y Transporte.
- Recomendaciones sobre Glorietas. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.
- Ley de Tráfico y Seguridad Vial, 8 de mayo de 2014. Dirección General de Tráfico.
- Acceso a las carreteras del Estado, vías de servicio y construcción de instalaciones de servicio 1997. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, 1975. Dirección General de Carreteras Y Caminos Vecinales, Madrid.
- Recomendaciones sobre dimensionamiento, señalización y balizamiento de glorietas. Dirección General de Transportes y Logística. Servicio de Seguridad Vial. Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Generalitat Valenciana. (Enero 2015)

Libros:

- Manual de Carreteras. Volumen I: Elementos y Proyecto. Luis Bañón Blázquez.
- Procedimientos de estudio, diseño y gestión de medidas de seguridad vial en las infraestructuras. José María Pardillo Mayoral.
- Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015. Organización Mundial de la Salud (2015).

Material de apoyo:

- *Apuntes de Ingeniería de Carreteras.*
- *Apuntes de Ingeniería de Tráfico.*
- *Apuntes de Explotación y Conservación de Carreteras.*
- *Anuario de accidentabilidad de la DGT.*
- Datos mensuales de tráfico en estaciones secundarias. Ministerio de Fomento.
- Informe ARENA ACD N-322. Jefatura Provincial de Tráfico de Albacete.

Páginas web:

- <http://www.dgt.es/es/> Dirección General de Tráfico

- https://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano/default.htm Ministerio de Fomento.
- <http://www.carreteros.org/>

13. ÍNDICE DE FIGURAS

Índice de ilustraciones:

ILUSTRACIÓN 1. RECORRIDO N-322.....	12
ILUSTRACIÓN 2. RECORRIDO N-322 Y PRINCIPALES VÍAS TRANSVERSALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	13
ILUSTRACIÓN 3. VARIANTE DE VILLATOYA DE LA N-322. FUENTE: NOTA DE PRENSA DEL MINISTERIO DE FOMENTO.	14
ILUSTRACIÓN 4. CURVA MODIFICADA EN EL P.K. 419+400 DE LA N-322. FUENTE: SEDE ELECTRÓNICA DEL CATASTRO.	15
ILUSTRACIÓN 5. PLANO ACCIDENTABILIDAD TRAMO OBJETO DE ESTUDIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	25
ILUSTRACIÓN 6. INTERSECCIÓN N-322 CON CM-3207. FUENTE: GOOGLE MAPS.	44
ILUSTRACIÓN 7. INTERSECCIÓN N-322 CON CM-3207 DESDE CARRIL DE ESPERA DE CM- 3207. FUENTE: GOOGLE MAPS.	45
ILUSTRACIÓN 8. INTERSECCIÓN N-322 CON CM-3207, DETALLE RAMAL EN RAMP. FUENTE: GOOGLE MAPS.....	46
ILUSTRACIÓN 9. CRUCE N-322 CON CM-3207 EN SENTIDO DESCENDENTE DESDE CARRIL CENTRAL DE ALMACENAMIENTO Y ESPERA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	46
ILUSTRACIÓN 10. CRUCE N-322 CON CM-3207 EN SENTIDO DESCENDENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	47
ILUSTRACIÓN 11. CRUCE N-322 CON CM-3207 EN SENTIDO ASCENDENTE. FUENTE: GOOGLE MAPS.....	47
ILUSTRACIÓN 12. CONEXIÓN N-322 CON MUNICIPIO DE ALBOREA. FUENTE: GOOGLE MAPS.	48
ILUSTRACIÓN 13. DETALLE DE VISIBILIDAD DE CRUCE EN SENTIDO ASCENDENTE. PK. 412+825. FUENTE: GOOGLE MAPS.	49
ILUSTRACIÓN 14. DETALLE DE VISIBILIDAD DE CRUCE EN SENTIDO DESCENDENTE. PK. 412+825. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	49
ILUSTRACIÓN 15. INTERSECCIÓN N-322 CON AB-205. FUENTE: GOOGLE MAPS.	50
ILUSTRACIÓN 16. DETALLE DC MÍNIMA SOBRE N-322 EN INTERSECCIÓN 417+485. FUENTE: GOOGLE MAPS.....	51

ILUSTRACIÓN 17. DETALLE VISIBILIDAD CRUCE CON CARRETERA AB-205 EN SENTIDO ASCENDENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	52
ILUSTRACIÓN 18. DETALLE VISIBILIDAD CRUCE CON CARRETERA AB-205 EN SENTIDO DESCENDENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	52
ILUSTRACIÓN 19. DETALLE VISIBILIDAD INTERSECCIÓN CON CARRETERA AB-205 EN SENTIDO DESCENDENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	53
ILUSTRACIÓN 20. INTERSECCIÓN CON AB-205 EN SENTIDO DESCENDENTE. FUENTE: GOOGLE MAPS.	53
ILUSTRACIÓN 21. INTERSECCIÓN P.K. 422+380. FUENTE: GOOGLE MAPS.	54
ILUSTRACIÓN 22. DISTANCIA DE CRUCE DESDE CARRIL DE CAMBIO DE SENTIDO EN SENTIDO CRECIENTE. FUENTE: GOOGLE MAPS.	55
ILUSTRACIÓN 23. VISIBILIDAD DE CRUCE DESDE CARRIL DE CAMBIO DE SENTIDO EN SENTIDO CRECIENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	56
ILUSTRACIÓN 24. DISTANCIA DE CRUCE DESDE CARRIL DE CAMBIO DE SENTIDO EN SENTIDO DECRECIENTE. FUENTE: GOOGLE MAPS.	56
ILUSTRACIÓN 25. VISIBILIDAD DE CRUCE DESDE CARRIL DE CAMBIO DE SENTIDO EN SENTIDO DECRECIENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	57
ILUSTRACIÓN 26. DISTANCIA DE CRUCE DESDE CARRIL DE ESPERA EN SENTIDO DECRECIENTE. FUENTE: GOOGLE MAPS.	57
ILUSTRACIÓN 27. VISIBILIDAD DE CRUCE DESDE CARRIL DE ESPERA EN SENTIDO DECRECIENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	58
ILUSTRACIÓN 28. DISTANCIA ENTRE ACCESO 411+329 Y 411+533. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	62
ILUSTRACIÓN 29. VISIBILIDAD EN SENTIDO CRECIENTE DEL ACCESO 411+329. FUENTE: GOOGLE MAPS.	62
ILUSTRACIÓN 30. VISIBILIDAD EN SENTIDO DECRECIENTE DEL ACCESO 411+329. FUENTE: GOOGLE MAPS.	63
ILUSTRACIÓN 31. VISIBILIDAD EN SENTIDO CRECIENTE DEL ACCESO 411+533. FUENTE: GOOGLE MAPS.	63
ILUSTRACIÓN 32. VISIBILIDAD EN SENTIDO DECRECIENTE DE ACCESO 411+533. FUENTE: GOOGLE MAPS.	63
ILUSTRACIÓN 33. ACCESO 412+471. FUENTE: GOOGLE MAPS.	64
ILUSTRACIÓN 34. DETALLE ACCESO 412+471. FUENTE: GOOGLE MAPS.	64
ILUSTRACIÓN 35. . ESTADO MARCA VIAL ACCESO 412+471. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	65
ILUSTRACIÓN 36. DISTANCIA ENTRE ACCESOS 412+471 Y 412+670. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	65

ILUSTRACIÓN 37. DISTANCIA ENTRE ACCESO 412+670 E INTERSECCIÓN 412+825. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	66
ILUSTRACIÓN 38. DETALLE ACCESO 412+670 EN CARRIL DECELECCIÓN DE INTERSECCIÓN 412+825. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS... ..	66
ILUSTRACIÓN 39. DISTANCIA ENTRE ACCESO 416+734 Y 416+910. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	67
ILUSTRACIÓN 40. DISTANCIA ENTRE ACCESOS EN P.K. 416+910 Y 417+127. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	68
ILUSTRACIÓN 41. DISTANCIA ENTRE ACCESOS EN P.K. 416+910 Y 416+737. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	68
ILUSTRACIÓN 42. ACCESO 417+485 Y CARRETERA AB-205. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	69
ILUSTRACIÓN 43. ÁRBOL MUY PRÓXIMO A LA CALZADA. FUENTE: GOOGLE MAPS.	74
ILUSTRACIÓN 44. ÁRBOLES PRÓXIMOS A LA CALZADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	74
ILUSTRACIÓN 45. TORRE ELÉCTRICA. FUENTE: GOOGLE MAPS.	74
ILUSTRACIÓN 46. ARQUETA NO SEGURA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	75
ILUSTRACIÓN 47. PASOS SALVACUNETAS NO SEGUROS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. .	75
ILUSTRACIÓN 48. TRAMO DE CALZADA DELIMITADO POR TALUD Y DESMONTE. FUENTE: GOOGLE MAPS.	76
ILUSTRACIÓN 49. MEDIDA SEÑALES EN CARRETERA CONVENCIONAL CON ARCÉN. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	77
ILUSTRACIÓN 50. MEDIDA SEÑALES EN CARRETERA CONVENCIONAL SIN ARCÉN. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	77
ILUSTRACIÓN 51. SEÑAL CON PANEL COMPLEMENTARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	79
ILUSTRACIÓN 52. DISEÑO CARTELES FLECHA (MEDIDAS EN MM). FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	80
ILUSTRACIÓN 53. CARTEL FLECHA N-322. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	80
ILUSTRACIÓN 54. ADVERTENCIA CON PANEL COMPLEMENTARIO DE LONGITUD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	81
ILUSTRACIÓN 55. ESPACIAMIENTO ENTRE SEÑALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	82
ILUSTRACIÓN 56. CASO 1 DE POSICIÓN LONGITUDINAL DE SEÑALES. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	82
ILUSTRACIÓN 57. CASO 2 DE POSICIÓN LONGITUDINAL DE SEÑALES. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	83
ILUSTRACIÓN 58. CASO 3 DE POSICIÓN LONGITUDINAL DE SEÑALES. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	83
ILUSTRACIÓN 59. DISTANCIA PRESEÑALIZACIÓN AB-205. FUENTE: GOOGLE MAPS.	84

ILUSTRACIÓN 60. CARTEL PRESEÑALIZACIÓN AB-205. FUENTE: GOOGLE MAPS.	84
ILUSTRACIÓN 61. CASO 4 DE POSICIÓN LONGITUDINAL DE SEÑALES. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	85
ILUSTRACIÓN 62. CASO 5 DE POSICIÓN LONGITUDINAL DE SEÑALES. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	85
ILUSTRACIÓN 63. CARTEL CONFIRMACIÓN DESPUÉS DE INTERSECCIÓN AB-205. FUENTE: GOOGLE MAPS.	86
ILUSTRACIÓN 64. CASO 6 DE POSICIÓN LONGITUDINAL DE SEÑALES. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	86
ILUSTRACIÓN 65. POSICIÓN CARTELES FLECHA INTERSECCIÓN AB-205. FUENTE: GOOGLE MAPS.	87
ILUSTRACIÓN 66. SEÑALES R-305 Y R-306. FUENTE: CATÁLOGO DE SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.	88
ILUSTRACIÓN 67. SEÑAL R-305 EN TRAMO OBJETO DE ESTUDIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	88
ILUSTRACIÓN 68. SEÑALES P-7 Y P-8. FUENTE: CATÁLOGO DE SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.	88
ILUSTRACIÓN 69. SEÑALES P-9A, P-9B Y P-9C. FUENTE: CATÁLOGO DE SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.	89
ILUSTRACIÓN 70. SEÑALES P-10A, P-10B Y P-10C. FUENTE: CATÁLOGO DE SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.	89
ILUSTRACIÓN 71. SITUACIÓN DE SEÑALES Y CARTELES EN MÁRGENES DE PLATAFORMA. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	90
ILUSTRACIÓN 72. POSICIÓN TRANSVERSAL DE SEÑALES DE CONTENIDO FIJO EN ISLETA DE REDUCIDAS DIMENSIONES. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	91
ILUSTRACIÓN 73. POSICIÓN TRANSVERSAL DE CARTELES FLECHA EN MÁRGENES. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	91
ILUSTRACIÓN 74. POSICIÓN TRANSVERSAL DE CARTELES FLECHA EN ISLETA. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	92
ILUSTRACIÓN 75. UBICACIÓN CARTELES FLECHA EN CRUCE DE N-322 CON AB-205. FUENTE: GOOGLE MAPS.	92
ILUSTRACIÓN 76. ALTURA CARTELES FLECHA. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	93
ILUSTRACIÓN 77. ORIENTACIÓN DE SEÑALES LATERALES. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	93
ILUSTRACIÓN 78. INCLINACIÓN DE CARTELES SOBRE LA CALZADA. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	94

ILUSTRACIÓN 79. ORIENTACIÓN DE CARTELES FLECHA. FUENTE: NORMA 8.1-IC	
SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	95
ILUSTRACIÓN 80. STOP CRUCE AB-205 CON N-322. FUENTE: GOOGLE MAPS.	96
ILUSTRACIÓN 81. CEDA EL PASO EN INTERSECCIÓN CON CM-3207FUENTE: GOOGLE MAPS.	97
ILUSTRACIÓN 82. CEDA EL PASO EN CARRIL PARA GIRO A DERECHA EN INTERSECCIÓN CON CM-3207 FUENTE: GOOGLE MAPS.....	97
ILUSTRACIÓN 83. SEÑALES P-1, P-1A Y P-1B. FUENTE: SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN-TOMO I- CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES.	98
ILUSTRACIÓN 84. SEÑAL P-1B PREVIA INTERSECCIÓN CON CM-3207, SENTIDO DESCENDENTE FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	98
ILUSTRACIÓN 85. SEÑAL P-1A PREVIA INTERSECCIÓN CON CM-3207, SENTIDO ASCENDENTE FUENTE: GOOGLE MAPS.	99
ILUSTRACIÓN 86. SEÑAL R-3: CALZADA CON PRIORIDAD. FUENTE: SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN-TOMO I. CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES.	99
ILUSTRACIÓN 87. SEÑALES S-850: ITINERARIO CON PRIORIDAD. FUENTE: SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN-TOMO II. CATÁLOGO Y SIGNIFICADO DE LAS SEÑALES..	99
ILUSTRACIÓN 88. INTERSECCIÓN EN “T” CON CARRILES DE ESPERA. FUENTE: NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	100
ILUSTRACIÓN 89. LIMITACIÓN DE VELOCIDAD GRADUAL EN RECTA PROLONGADA PREVIA A CURVA PRONUNCIADA. FUENTE: GOOGLE MAPS.	102
ILUSTRACIÓN 90. BALIZAMIENTO SIMPLE EN CURVA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	104
ILUSTRACIÓN 91. BALIZAMIENTO DOBLE EN CURVA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	105
ILUSTRACIÓN 92. BALIZAMIENTO TRIPLE EN CURVA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	105
ILUSTRACIÓN 93. SEÑAL VELOCIDAD RECOMENDADA A 50 KM/H. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	106
ILUSTRACIÓN 94. SEÑAL VELOCIDAD RECOMENDADA A 40 KM/H. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	106
ILUSTRACIÓN 95. SEÑAL LIMITACIÓN DE VELOCIDAD A 60 KM/H. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	107
ILUSTRACIÓN 96. TRAMO ENTRE P.K. 417+600 Y 418+000, CON ALTA CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES (MEDIDAS EN METROS). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	114
ILUSTRACIÓN 97. TRAMO ENTRE P.K. 420+500 Y 420+900 Y P.K. 421+200, DE ALTA CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES (MEDIDAS EN METROS). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	114
ILUSTRACIÓN 98. ALTERNATIVA 1 PARA TRAMO ENTRE P.K. 417+600 Y 418+000 (MEDIDAS EN METROS). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	115

ILUSTRACIÓN 99. ALTERNATIVA 1 PARA TRAMO ENTRE P.K. 420+500 Y 420+900 Y P.K. 421+200 (MEDIDAS EN METROS). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	116
ILUSTRACIÓN 100. SEÑALES DE MODERACIÓN DE VELOCIDAD EN TRAMO DE MONTAÑA, SENTIDO ASCENDENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	117
ILUSTRACIÓN 101. ALTERNATIVA 2 PARA TRAMO ENTRE P.K. 420+500 Y 420+900 Y P.K. 421+200 (MEDIDAS EN METROS). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	128
ILUSTRACIÓN 102. DETALLE SITUACIÓN PREVIA INTERSECCIÓN CM-3207. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	131
ILUSTRACIÓN 103. ALTERNATIVA 1 EN INTERSECCIÓN CM-3207. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	134
ILUSTRACIÓN 104. ALTERNATIVA 2 EN INTERSECCIÓN CM-3207. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	135
ILUSTRACIÓN 105. DETALLE DE LA CANALIZACIÓN DE LA INTERSECCIÓN CM-3207 EN ALTERNATIVA 2. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	136
ILUSTRACIÓN 106. DETALLE SITUACIÓN PREVIA INTERSECCIÓN AB-205. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	139
ILUSTRACIÓN 107. ALTERNATIVA 1 EN INTERSECCIÓN AB-205. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	140
ILUSTRACIÓN 108. ALTERNATIVA 2 EN INTERSECCIÓN AB-205. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	141
ILUSTRACIÓN 109. DISTANCIA Y RECORRIDOS ENTRE ACCESO 411+329 Y 411+533. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	144
ILUSTRACIÓN 110. ESTADO ACCESO 412+670. FUENTE: GOOGLE MAPS.	145
ILUSTRACIÓN 111. DETALLE RECORRIDO ACCESOS 412+471 Y 412+670 E INTERSECCIÓN 412+825. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	145
ILUSTRACIÓN 112. UNIÓN DE CAMINOS CON CONEXIÓN A LA VÍA PRINCIPAL EN ACCESOS 416+734 Y 416+096. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	146
ILUSTRACIÓN 113. RECORRIDO CAMINOS DE ACCESOS EN P.K. 416+910 Y 417+127. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE IMAGEN DE GOOGLE MAPS.	147
ILUSTRACIÓN 114. RECORRIDO CAMINOS DE ACCESOS EN P.K. 417+127 Y 417+485. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	148
ILUSTRACIÓN 115. SECCIÓN TRANSVERSAL TRAMO MONTAÑA (MEDIDAS EN METROS). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	151
ILUSTRACIÓN 116. SECCIÓN TRANSVERSAL TRAMO NO DE MONTAÑA (MEDIDAS EN METROS). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	152
ILUSTRACIÓN 117. PAQUETE DE FIRME SELECCIONADO. FUENTE: NORMA 6.1-IC.	157

ILUSTRACIÓN 118. ZONA TÉRMICA ESTIVAL. FUENTE: FIGURA 3 DE LA NORMA 6.1-I.C.....	158
ILUSTRACIÓN 119. ZONAS PLUVIOMÉTRICAS. FUENTE: FIGURA 4 DE LA NORMA 6.1-I.C... ..	159
ILUSTRACIÓN 120. SEÑALIZACIÓN DE UNA INTERSECCIÓN MEDIANTE GLORIETA. FUENTE: NORMA 8.1-IC "SEÑALIZACIÓN VERTICAL".	162
ILUSTRACIÓN 121. SEÑALIZACIÓN DE INTERSECCIÓN EN CON CARRILES DE ESPERA. FUENTE: NORMA 8.1-IC "SEÑALIZACIÓN VERTICAL"	163

Índice de tablas:

TABLA 1. NÚMERO DE ACCIDENTES SEGÚN EXISTENCIA O NO DE VÍCTIMAS. FUENTE: INFORME ACCIDENTABILIDAD, JEFATURA PROVINCIAL DE TRÁFICO DE ALBACETE.....	20
TABLA 2. NÚMERO DE ACCIDENTES SEGÚN TIPO. FUENTE: INFORME ACCIDENTABILIDAD, JEFATURA PROVINCIAL DE TRÁFICO DE ALBACETE.....	21
TABLA 3. DISTRIBUCIÓN DE LOS ACCIDENTES CON VÍCTIMAS DE LOS CINCO ÚLTIMOS AÑOS. FUENTE: INFORME ACCIDENTABILIDAD, JEFATURA PROVINCIAL DE TRÁFICO DE ALBACETE.....	22
TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE LOS ACCIDENTES CON Y SIN VÍCTIMAS KILÓMETRO A KILÓMETRO. FUENTE: INFORME ACCIDENTABILIDAD, JEFATURA PROVINCIAL DE TRÁFICO DE ALBACETE.....	24
TABLA 5. DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL. FUENTE: TABLA 7.1 DE LA NORMA 3.1-IC TRAZADO DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.....	26
TABLA 6. MEDIDA DE LOS ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL EN LOS DISTINTOS TRAMOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	27
TABLA 7. DIMENSIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LAS CARRETERAS CONVENCIONALES CON UNA VELOCIDAD DE PROYECTO DE 60 KM/H. FUENTE: TABLA 7.1 DE LA NORMA 3.1- IC TRAZADO DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.....	27
TABLA 8. RELACIÓN VELOCIDAD DE PROYECTO – RADIO MÍNIMO – PERALTE MÁXIMO. FUENTE: TABLA 4.4 DE LA NORMA 3.1-IC TRAZADO DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.	30
TABLA 9. RELACIÓN ENTRE RADIOS DE CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS SIN RECTA INTERMEDIA O CON RECTA DE LONGITUD LIMITADA. FUENTE: TABLA 4.7 DE LA NORMA 3.1-IC TRAZADO DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.....	31
TABLA 10. VALORES MÁXIMOS DE LAS LONGITUDES DE LAS ALINEACIONES RECTAS PARA SER CONSIDERADAS COMO RECTA DE LONGITUD LIMITADA. FUENTE: TABLA 4.2 DE LA NORMA 3.1-IC TRAZADO DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.....	31
TABLA 11. CARACTERÍSTICAS DE TRAZADO DE LA CARRETERA TRAMO A TRAMO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	34

TABLA 12. LONGITUDES MÍNIMA Y MÁXIMA RECOMENDABLES EN ALINEACIONES RECTAS PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO DE 60 KM/H. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE LA TABLA 4.1 DE LA NORMA 3.1-IC.....	34
TABLA 13. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LAS LONGITUDES MÍNIMAS Y MÁXIMA DE RECTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	36
TABLA 14. RELACIÓN VELOCIDAD DE PROYECTO - RADIO MÍNIMO - PERALTE MÁXIMO PARA UNA VELOCIDAD DE 60 KM/H. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE LA TABLA 4.4 DE LA NORMA 3.1-IC.....	36
TABLA 15. RELACIÓN DE ALINEACIONES CURVAS DE RADIO INFERIOR AL MÍNIMO ESTABLECIDO EN LA NORMA 3.1-I.C PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO DE 60 KM/H. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	37
TABLA 16. RELACIÓN ENTRE RADIOS DE CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS SIN RECTA INTERMEDIA PARA RADIOS ENTRE 50 Y 450 M Y SUPERIORES A 1.800 M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE LA TABLA 4.7 DE LA NORMA 3.1-IC.	37
TABLA 17. CONJUNTO DE ALINEACIONES CURVAS CONSECUTIVAS QUE INCUMPLEN LA RELACIÓN ENTRE RADIOS CONSECUTIVOS PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO DE 60 KM/H. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	38
TABLA 18. CONJUNTO DE ALINEACIONES CURVAS CONSECUTIVAS CON RECTA INTERMEDIA DE LONGITUD LIMITADA QUE INCUMPLEN LA RELACIÓN ENTRE RADIOS CONSECUTIVOS PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO DE 60 KM/H. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	39
TABLA 19. CONJUNTO DE ALINEACIONES CURVAS CONSECUTIVAS CON RECTA INTERMEDIA DE LONGITUD SUPERIOR A LA LONGITUD LIMITADA QUE INCUMPLEN LA RELACIÓN ENTRE RADIOS CONSECUTIVOS PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO DE 60 KM/H. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	40
TABLA 20. INTERSECCIONES EXISTENTES EN EL TRAMO DE ESTUDIO Y TIPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	43
TABLA 21. ACCESOS EXISTENTES EN EL TRAMO DE ESTUDIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	61
TABLA 22. ACCIDENTES POR SALIDA DE VÍA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	72
TABLA 23. COEFICIENTE DE ROZAMIENTO LONGITUDINAL MOVILIZADO (FL) EN UNA MANIOBRA DE FRENADO SEGÚN LA VELOCIDAD DE PROYECTO. FUENTE: TABLA 3.1, NORMA 3.1-IC.	101
TABLA 24. BALIZAMIENTO DE CURVA. FUENTE: NORMA 8.1-IC. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	104
TABLA 25. DISTANCIA MÍNIMA DE ADELANTAMIENTO. FUENTE: NORMA 3.1-IC. TRAZADO.	108
TABLA 26. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE MARCAS VIALES CONTINUAS. FUENTE: NORMA 3.1-IC. TRAZADO.	108

TABLA 27. RESUMEN DE LA PROBLEMÁTICA ENCONTRADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	110
TABLA 28. PUNTOS KILOMÉTRICOS CON MAYOR ACCIDENTABILIDAD, TIPOS Y CAUSAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	113
TABLA 29. LONGITUDES MÁXIMA Y MÍNIMA RECOMENDABLES EN ALINEACIONES RECTAS. FUENTE: NORMA 3.1-IC. TRAZADO.	118
TABLA 30. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LONGITUDES MÁXIMAS Y MÍNIMAS PARA DIFERENTES VELOCIDADES DE PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	120
TABLA 31. RADIO MÍNIMO Y PERALTE MÁXIMO PERMITIDO EN ALINEACIONES CURVAS. FUENTE: NORMA 3.1-IC. TRAZADO.	120
TABLA 32. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RADIOS MÍNIMOS PARA DIFERENTES VELOCIDADES DE PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	122
TABLA 33. RELACIÓN ENTRE RADIOS DE CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS SIN RECTA INTERMEDIA O CON RECTA DE LONGITUD LIMITADA. FUENTE: NORMA 3.1-IC. TRAZADO.	122
TABLA 34. MÁXIMA LONGITUD DE UNA RECTA PARA SER CONSIDERADA DE LONGITUD LIMITADA SEGÚN LA VELOCIDAD DE PROYECTO DE LA VÍA. FUENTE: NORMA 3.1-IC. TRAZADO.	123
TABLA 35. RADIO DE SALIDA MÍNIMO PARA QUE SE CUMPLA COORDINACIÓN ENTRE CURVAS CONSECUTIVAS CON RECTA INTERMEDIA DE LONGITUD SUPERIOR A LA LIMITADA. FUENTE: NORMA 3.1-IC. TRAZADO.	123
TABLA 36. ANÁLISIS COMPARATIVO COORDINACIÓN ENTRE RADIOS DE CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	127
TABLA 37. VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS PARA LAS ALTERNATIVAS DE TRAZADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	130
TABLA 38. VEHÍCULOS PATRÓN CARACTERÍSTICOS EN GLORIETAS. FUENTE: TABLA 10.2 DE LA NORMA 3.1-I.C. DE TRAZADO.....	132
TABLA 39. ANCHO CONJUNTO (M) DE UNA CALZADA ANULAR DE DOS CARRILES Y, EN SU CASO, DE SU GORJAL (SITUACIONES II, III, IV). FUENTE: TABLA 10.5 DE LA NORMA 3.1- I.C. DE TRAZADO.	133
TABLA 40 VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS PARA LAS ALTERNATIVAS DE INTERSECCIÓN CON CM-3207. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	138
TABLA 41. VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS PARA LAS ALTERNATIVAS DE INTERSECCIÓN CON CM-3207. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	143
TABLA 42. RESUMEN DE LAS ACTUACIONES DE MEJORA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	150

TABLA 43. VALOR MEDIO DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO OBTENIDAS EN LA ESTACIÓN DE AFORO V-137-2 (N-322) ENTRE LOS AÑOS 2011-2015. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	153
TABLA 44. INCREMENTOS DE TRÁFICO A UTILIZAR EN ESTUDIOS. FUENTE: ORDEN FOM/3317/2010.....	153
TABLA 45. ESTIMACIÓN DE LA IMD SEGÚN LAS HIPÓTESIS 1 Y 2. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	154
TABLA 46. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE PESADOS EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS Y MEDIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	154
TABLA 47. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T31 A T42. FUENTE: NORMA 6.1 I.C.....	155
TABLA 48. MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA. FUENTE: NORMA 6.1-I.C.....	155
TABLA 49. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA. FUENTE: FIGURA 1 DE LA NORMA 6.1-I.C.	156
TABLA 50. EXPLANADA FINALMENTE SELECCIONADA Y LEYENDA. (COTAS EN CM). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	156
TABLA 51. CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO T31, T32, T41 Y T42 EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA. FUENTE: FIGURA 2.2 DE LA NORMA 6.1-I.C.....	157
TABLA 52. ESPESOR DE LAS CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE. FUENTE: TABLA 6 DE LA NORMA 6.1-IC.	160
TABLA 53. DISPOSICIÓN DE CAPAS DE FIRME. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	161
TABLA 54. UNIDADES DE OBRA PARA VALORACIÓN ECONÓMICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	168
TABLA 55. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ACTUACIÓN EN EL TRAZADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	169
TABLA 56. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ACTUACIÓN EN INTERSECCIÓN DE ALBOREA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	171
TABLA 57. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ACTUACIÓN EN INTERSECCIÓN DE CASAS DE VÉS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	172
TABLA 58. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ACTUACIÓN EN ACCESOS Y MÁRGENES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	173
TABLA 59. VALORACIÓN ECONÓMICA TOTAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	174

Índice de gráficos:

GRÁFICO 1. LAS 10 CAUSAS PRINCIPALES DE MUERTE EN PERSONAS DE 15 A 29 AÑOS, 2012. FUENTE: INFORME SOBRE LA SITUACIÓN MUNDIAL DE LA SEGURIDAD VIAL 2015 DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).....	5
GRÁFICO 2. NÚMERO DE MUERTES POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL MUNDO. FUENTE: INFORME SOBRE LA SITUACIÓN MUNDIAL DE LA SEGURIDAD VIAL 2015 DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).....	6
GRÁFICO 3. MUERTES POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE USUARIO (2013), POR REGIÓN DE LA OMS. FUENTE: INFORME SOBRE LA SITUACIÓN MUNDIAL DE LA SEGURIDAD VIAL 2015 DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).....	7
GRÁFICO 4. EVOLUCIÓN DE LA IMD ENTRE LOS AÑOS 2011 Y 2015. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	16
GRÁFICO 5. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS ENTRE LOS AÑOS 2011 Y 2015. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	16
GRÁFICO 6. EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DURANTE EL AÑO 2011. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	17
GRÁFICO 7. EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DURANTE EL AÑO 2012. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	17
GRÁFICO 8. EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DURANTE EL AÑO 2013. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	18
GRÁFICO 9. EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DURANTE EL AÑO 2014. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	18
GRÁFICO 10. EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DURANTE EL AÑO 2015. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	19
GRÁFICO 11. DISTRIBUCIÓN DE ACCIDENTES POR SENTIDO DURANTE EL AÑO 2015. FUENTE: INFORME ACCIDENTABILIDAD, JEFATURA PROVINCIAL DE TRÁFICO DE ALBACETE.....	22

