



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MASTER

Adecuación del tramo de la CV-25 entre el PK 6+930 y el PK 20+580 para la integración del tráfico ciclista, mejora de la seguridad vial y la funcionalidad.

Presentado por

Cervera Martínez, Guillem

Para la obtención del

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Curso: 2019/2020

Fecha: noviembre 2019

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Cotutor: Griselda López Maldonado





Contenido

1. Resumen	3
2. Resum	4
3. Abstract	5
4. Antecedentes.....	6
5. Introducción	7
6. Estado del Arte	9
6.1. Autoridades competentes.....	9
6.1.1. Comisión Europea	9
6.1.2. Dirección General de Tráfico.....	9
6.1.3 Diputació de València	10
6.2. Normativa.....	13
6.3. Artículos de investigación.....	13
6.3.1. Adelantamiento.....	14
6.3.2. Infraestructura.....	17
6.3.3. STRAVA™ como herramienta de análisis del tráfico ciclista	19
7. Alcance.....	21
8. Objetivos.....	22
9. Metodología	23
9.1. Modelado de la infraestructura existente.....	23
9.2. Modelado del tráfico existente.....	31
9.2.1. Toma de datos de velocidades de operación de vehículos a motor y de los ciclistas.....	31
9.2.2. Material empleado en la toma de datos de velocidad de operación de vehículos a motor y ciclista.....	33
9.2.3. Aspectos reseñables del recorrido del tramo.....	34
9.2.4. STRAVA™.....	35
10. Análisis de los datos.....	38
10.1. Análisis de los datos en sentido ida.....	39
10.1.1. Segmento 1 ida “Puntals-Olocau +50 m”. P.K. 6+930 a 9+200.....	39
10.1.2. Segmento 2 ida “Olocau-Marines Viejo”. P.K. 9+200 a 12+600.....	43
10.1.3. Segmento 3 ida “Calle Purísima 6 - Climb”. P.K. 12+600 a 15+490.....	45
10.1.4. Segmento 4 ida “Marines - Gátova”. P.K. 15+490 a P.K. 17+550.....	47
10.1.5. Segmento 5 ida “Calle de Calvario, 13 – Climb”. P.K. 17+550 a P.K. 20+580.....	49
10.2. Análisis de los datos en sentido vuelta.....	52
10.2.1. Segmento 1 vuelta “Gátova a Marines Viejo”. P.K. 20+580 a 15+350.....	52



10.2.2. Segmento 2 vuelta “Marines Viejo - Olocau”. P.K. 15+350 a 9+630.....	54
10.2.3. Segmento 3 vuelta “Repecho cementerio Olocau”. P.K. 9+630 a 8+370..	56
10.2.4. Segmento 4 vuelta “Bajada Olocau rotonda Marines”. P.K. 8+370 a 6+930	58
10.3. Interacción entre vehículos a motor y ciclistas. Sentido creciente de PP.KK. .	60
10.4. Interacción entre vehículos a motor y ciclistas. Sentido decreciente de PP.KK.	63
11. Medidas propuestas.....	65
11.1. Mejora del tramo 1 con infraestructuras separadas.	66
11.2. Mejoras en resto del tramo objeto de estudio. Desde P.K. 9+760 al P.K. 2+580	69
12. Relación valorada de las intervenciones.	95
13. Alternativas de actuación según capacidad de inversión.	97
14. Conclusiones	99
15. Agradecimientos	100
16. Referencias.....	101



1. Resumen

Dado el gran aumento del uso de la bicicleta como medio de transporte y también en su vertiente ocio-deportiva, las carreteras, en su nueva situación de mayor diversidad de usuarios, han sufrido un incremento de los accidentes con los usuarios vulnerables, especialmente ciclistas, involucrados. Actualmente se está tratando de normativizar y establecer actuaciones para mejorar la seguridad vial de las carreteras y, por tanto, reducir los siniestros, pero ante esta nueva situación pueden ser útiles nuevos elementos viarios y diferentes actuaciones que, con menor presupuesto, optimicen la mejora de seguridad vial y funcionalidad con su aplicación.

Este Trabajo Final de Máster pretende, por un lado, exponer una toma de datos basada en el uso de aplicaciones para smartphones que la comunidad ciclista suele emplear para, a modo de aforo, y sustituyendo a instrumentos montados *on board*, reducir las visitas a campo y las tomas de datos a una sola. Por otro lado, se pretende, una vez tomados los datos, establecer una metodología de tratamiento y análisis de estos para establecer qué puntos requieren mayor urgencia en su mejora por su mayor riesgo.

Para desarrollar este Trabajo se ha analizado un tramo de una carretera frecuentada por ciclistas. Tratándose de una carretera de montaña, son frecuentes los ciclistas que realizan sus recorridos por este tipo de vías, por su complejidad, belleza del paisaje o la proximidad del Parque Natural de la Sierra Calderona. Este tipo de vías presenta, además de una mayor presencia ciclista en los últimos años, unas características geométricas complejas, por su escasa visibilidad, el arbolado existente en los márgenes, la presencia de curvas ciegas o accesos para vehículos agrícolas.

El análisis de esta carretera permite, teniendo en cuenta las características mencionadas, definir una propuesta de mejora según el riesgo de cada punto, basado en la dispersión de velocidades, visibilidad existente o ancho de la sección. Ante la menor capacidad de inversión de las administraciones, se han establecido paquetes parciales de actuaciones a fin de, invirtiendo de forma paulatina, conseguir una actuación completa por etapas.

El diseño de los apartaderos propuestos se ha realizado en base a criterios referenciados en artículos de investigación y según algunos aspectos que sí están recogidos en la normativa actual, aunque la literatura relativa a la integración del tráfico ciclista en vías interurbanas es reducida. Estos apartaderos funcionan como ensanches puntuales de la plataforma, aumentando la seguridad de los adelantamientos y, al mismo tiempo, la funcionalidad de la vía, pues se incrementan las posibilidades de adelantamiento, reduciendo la demora al circular en cola tras un vehículo más lento, especialmente en los tramos ascendentes.



2. Resum

Donat el gran augment de l'ús de la bicicleta com a medi de transport i també en la seua vessant oci-esportiva, les carreteres, en una nova situació de major diversitat d'usuaris, han patit un increment dels accidents amb els usuaris vulnerables, especialment els ciclistes, involucrats. Actualment s'està tractant de normativitzar i establir actuacions per millorar la seguretat viària de les carreteres i, per tant, reduir els sinistres, però davant aquesta nova situació poden ser útils nous elements viaris i diferents actuacions que, amb menor cost, optimitzen la millora de seguretat viària i funcionalitat amb la seua aplicació.

Aquest Treball Fi de Màster pretén, d'una banda, exposar una presa de dades basada en l'ús d'aplicacions per a smartphones que la comunitat ciclista emprava per a, a mode d'aforament i substituint a instruments muntats *on board*, reduir les visites de camp i les preses de dades a una única. D'altra banda, es pretén, una vegada preses les dades, establir una metodologia de tractament i anàlisi d'aquestes per establir quins punts requereixen una major urgència en la seua millora, per suposar un major risc.

Per desenvolupar aquest Treball, s'ha analitzat un tram d'una carretera freqüentada per ciclistes. Tractant-se d'una carretera de muntanya, són freqüents els ciclises que realitzen els seus recorreguts per aquest tipus de vies, per complexitat, exigència, bellesa del paisatge o la proximitat del Parc Natural de la Serra Calderona. Aquest tipus de vies presenta, a més d'una major presència ciclista els últims anys, unes característiques geomètriques complexes, per l'escassa visibilitat, l'arbratge existent als marges, la presència de curves cegues o d'accesos per a vehicles agrícoles.

L'anàlisi d'aquesta carretera permet, tenint en compte les característiques mencionades, definir una proposta de millora segons el risc de cada punt, basat en la dispersió de velocitats, visibilitat existent o l'ample de la secció. Donada la menor capacitat d'inversió les administracions, s'han establerts paquets parcials d'actuacions a fi de, invertint de forma gradual, aconseguir una actuació completa per etapes.

El disseny dels eixamplaments puntuals de la via s'ha realitzat en base a criteris referenciats en articles d'investigació i segons alguns aspectes que si estan reflexats a la normativa actual, tot i que la literatura relativa a la integració del trànsit ciclista en carreteres interurbanes es reduïda. Aquests eixamplaments funcionen com a espais on el ciclista deixa pas al vehicle que pretén adelantar-lo, augmentant la seguretat d'aquests adelantaments i, al mateix temps, millorant la funcionalitat de la via, ja que augmenten les possibilitats d'adelantament, reduint la demora al circular en cua darrere d'un vehicle més lent, especialment en els trams ascendents.



3. Abstract

With the great increase in bicycle use, as transport mode and also in its sport-leisure face, roads, which have now lots of different new users, had suffered and increase of accidents with vulnerable users, especially cyclists, involved. Nowadays, government is trying to legalize and to establish measures to improve road safety and reduce accidents, but in this new scenario new designed road elements, which can be lower-cost ones, can be useful to improve road safety, functionality and optimize the economic resources invested in that way.

This Master Final Thesis wants to, by one side, expose a data grab based on using smartphones apps which cyclists use to upload their performance to the internet, replacing the afores and other instruments on board needed to characterize traffic. By other side, once data is grabbed, is pretended to establish an analyse method to rank different points along the road where an actuation is needed, attending to its risk.

To develop this Thesis, a road with several cyclist traffic it's been analysed. In the case of a mountain road there are lots of cyclists because of the difficulty of the tour, beauty of the landscape, performance needed to reach the summit or the closeness of Parc Natural de la Sierra Calderona. This kind of roads have lots of cyclists, and also different features which makes them more dangerous, such as trees at edges, blind curves or access for agricultural vehicles.

The analysis of this road lets to define a list of improve proposals according to the risk of every point, speed difference, visibility or road width. As the public administration has less investment power than years ago, a priority list of measures has been done, in order to complete all the actuations in stages according to the available resources.

The proposed turnouts' design has been done according to criteria referenced in research articles and different aspects which appears in Spanish road design normative. However, international research literature is short. These proposed turnouts work as short road width expansion, where slow vehicles can let quicker ones to overtake, increasing road safety and functionality, avoiding larges queues when driving behind a lower vehicle, especially in ascendant road sections.



4. Antecedentes.

Tras este apartado se desarrolla el Trabajo Final de Máster “Adecuación del tramo de la CV-25 entre el P.K. 6+930 y el P.K 20+580 para la integración del tráfico ciclista, mejora de la seguridad vial y la funcionalidad”.

Este TFM se centra, principalmente, en el estudio de la interacción entre vehículos a motor y ciclistas que, como en el caso de la carretera CV-25, comparten la infraestructura existente de diferentes modos. Además, por sus características, la citada CV-25 es atractiva para la práctica lúdica del ciclismo, incrementando el tráfico de estos vehículos en determinadas condiciones, tanto de tiempo atmosférico, como de calendario y horario.

Por otra parte, este TFM se ha desarrollado de forma colaborativa junto con el proyecto bike2lane, elaborado este por el GIIC (Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras), dentro del Instituto de Transporte y Territorio de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.



5. Introducción

El incremento del uso de la bicicleta como medio de transporte, tanto lúdico como en los desplazamientos a diario, está documentado y, consecuentemente, afecta al desempeño de las vías por las que mayormente transitan estos usuarios. Tal y como muestra el Barómetro de la bicicleta, en su versión de 2017, en diez años el número de usuarios de bicicleta en, al menos una vez por semana, se ha incrementado desde un 12.8% de los usuarios a un 22.5%:

	2008	2009	2010	2011	2015	2017
USUARIOS	41,3	38,7	40,0	40,3	49,6	48,2
Semanalmente	12,7	16,9	18,5	19,9	25,0	22,5
Sólo los fines de semana	6,3	4,7	6,3	6,8	8,2	8,2
Alguna vez al mes	6,3	6,6	7,4	8,6	11,3	12,2
Menor frecuencia	16,0	10,5	7,8	5,0	5,1	5,3
NO USUARIOS	58,7	61,3	60,0	59,6	50,4	51,9
Nunca o casi nunca	46,5	50,9	49,5	47,1	39,6	40,6
No sabe montar	12,2	10,4	10,5	12,5	10,8	11,3

Ilustración 1. Evolución en el uso de la bicicleta desde 2008 a 2017. (Barómetro de la bicicleta, Red de Ciudades por la Bicicleta, 2017).

Por otra parte, la tendencia del tráfico a de vehículos a motor es, aunque no tan marcadamente, también al alza. Según la DGT, la evolución del tráfico ha experimentado un crecimiento del tráfico en la Red de Carreteras del Estado del 2.88% en el periodo 2016-2017, indicado ello en la serie histórica de tráfico entre 2000 y 2017, en la tabla 1.2.15.2 de este documento.

Con estas condiciones, las infraestructuras absorben estos incrementos de tráfico de diferentes medios, teniendo como consecuencia un aumento del número conflictos y accidentes. En el caso de los usuarios de bicicletas, los accidentes con ciclistas implicados han pasado de 2701 en 2007 a 6737 en 2016, como refleja la DGT en el documento “Las principales cifras de la siniestralidad de los ciclistas”, y quedando indicado bajo estas líneas.

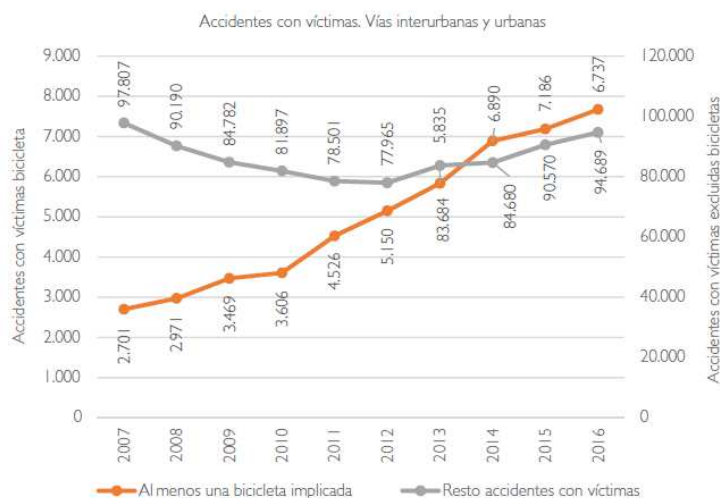


Ilustración 2. Comparación de accidentes incluyendo bicicletas y excluyendo bicicletas entre 2007 y 2016. (Las principales cifras de la siniestralidad de los ciclistas; Dirección General de Tráfico, 2016).



Cabe destacar que se produce entre los usuarios de bicicletas un fenómeno singular. Mientras que el número de accidentes en vía urbana es superior al número de accidentes en vía interurbana, los accidentes que se producen en estas últimas son, habitualmente, más graves, siendo su letalidad hasta alrededor de 4 veces superior que en vías urbanas:

	Ciclistas		No ciclistas	
	Interurbana	Urbana	Interurbana	Urbana
Accidentes con víctimas	2.024 (26%)	5.649 (74%)	34.697 (37%)	59.992 (63%)
Fallecidos	40 (60%)	27 (40%)	1.251 (72%)	492 (28%)
Heridos hospitalizados	356 (48%)	380 (52%)	4.694 (52%)	4.325 (48%)
Heridos no hospitalizados	1.783 (27%)	4.852 (73%)	49.596 (40%)	74.404 (60%)
Fallecidos + heridos hospitalizados	396 (49%)	407 (51%)	5.945 (55%)	4.817 (45%)
Índice de letalidad	1,8	0,5	2,3	0,6

Ilustración 3. Accidentes en vías urbanas e interurbanas en 2016. Grados de gravedad según existen ciclistas implicados y la vía en que se produce el accidente. (Las principales cifras de la siniestralidad de los ciclistas; Dirección General de Tráfico, 2016).

Por esto, este TFM se centra en el análisis de la seguridad vial de los usuarios de vías con tráfico intenso tanto de ciclistas como de vehículos a motor, teniendo en cuenta las particularidades de estos modos de transporte en su circulación. En especial, son objeto de estudio las vías que frecuentan ciclistas en práctica lúdica o deportiva los cuales buscan, habitualmente, vías con pendientes prolongadas como puertos de montaña o descensos.



6. Estado del Arte

En este apartado se muestran diferentes enfoques, tanto a nivel europeo como nacional y provincial, sobre la integración de los tráficos de los ciclistas y de vehículos a motor, con diferentes medidas según la escala de trabajo para tratar de reducir el riesgo.

6.1. Autoridades competentes.

En este apartado se analizan las directrices y medidas que, desde las distintas autoridades competentes, en nuestro territorio, han tomado para mitigar el conflicto.

6.1.1. Comisión Europea

A nivel europeo, el Libro Blanco del Transporte pone el acento en la promoción de los desplazamientos a pie y en bicicleta, así como la necesidad de prestar una atención especial a los usuarios vulnerables mediante diseños de infraestructura y tecnologías en la automoción más seguras.

Se promueve la segregación del tráfico ciclista mediante infraestructura independiente, así como las zonas limitadas a 30 km/h.

Por otra parte, existen diferentes proyectos financiados por la UE en aras de mejorar la situación de la circulación ciclista:

- Proyecto SAFECYCLE: trata de identificar diversas aplicaciones electrónicas para mejorar la seguridad ciclista (*e-safety*), así como tratar de acelerar la adopción de estas aplicaciones por la comunidad ciclista. Se estudian aplicaciones como la proyección lumínica de un carril sobre el pavimento mediante un dispositivo instalado en la bicicleta, cámara de visión trasera sobre el manillar, luces de freno automáticas para la bicicleta, capós con *airbag* en caso de impacto, etcétera.
- Proyecto BIKEPAL: su objetivo es promover la práctica segura del ciclismo, mediante información, tours universitarios para repartir manuales ciclistas y elaboración de informes por ciudades por parte de los estudiantes. En el caso de Valencia, fueron dos estudiantes de la ETSICCP quienes desarrollaron el informe “Cicle track connection. Bike Pal Project. 2013-2014”.



Ilustración 4. Imagen corporativa de los proyectos europeos Safecycle y Bikepal.

6.1.2. Dirección General de Tráfico

Dentro del territorio nacional, el gobierno de España a través de la Dirección General de Tráfico (DGT) establece una estrategia de seguridad vial para el periodo 2011-2020, vigente a fecha de elaboración de este TFM.



Esta Estrategia de Seguridad Vial establecida por la DGT va en concordancia con lo indicado en el Libro Blanco del Transporte, dado su carácter transpositor hacia la legislación española. En lo relativo al conflicto ciclista-conductor se establece el objetivo operativo de conseguir una movilidad segura de los usuarios más vulnerables, mediante:

- Adaptaciones de la norma a las nuevas necesidades del ámbito urbano: se detecta que las ordenanzas municipales no cuentan con la evolución actual del tráfico urbano, dejando de lado a los usuarios más vulnerables y dejando abundantes conflictos sin normativizar.
- Proporción de un espacio urbano y entornos seguros: la infraestructura actual de las ciudades no está preparada para la convivencia de los usuarios más vulnerables y de nuevos modos de transporte que, en los últimos años, están proliferando en las ciudades.
- Promoción de la movilidad sostenible en el ámbito urbano. Las ciudades actuales presentan una elevada proporción de desplazamientos en vehículos a motor. Reducir esta proporción en favor de otros modos de transporte más ecológicos es un aspecto clave para convertir las ciudades en espacios con un aire que no perjudique la salud de sus habitantes.

Además, el conflicto ciclista-conductor es también tratado por la variable del conductor en esta Estrategia de Seguridad Vial. Se proponen como objetivos operativos para adecuar la velocidad y reducir el riesgo y gravedad de los accidentes:

- Conseguir comportamientos más seguros en relación a la velocidad: La velocidad es un causante y, a su vez, agravante de los accidentes. El control de la velocidad, según la propia Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020 ha sido clave en la reducción de los fallecidos experimentada en el anterior periodo 2003-2009.
- Promoción de un diseño seguro de las infraestructuras para reducir las situaciones de riesgo por velocidad; zonas 30, accesos a poblaciones...

6.1.3 Diputació de València

La Diputació de València, por su carácter provincial, no tiene las competencias de tráfico transferidas desde el Estado. No obstante, sí ostenta la titularidad de carreteras de entidad provincial, por las que, además, circulan abundantes ciclistas, por su carácter paisajístico, montañoso o agrícola.

Un alto porcentaje de la red titularidad de la Diputació presenta Intensidades Medias Diarias (IMD) por debajo de los 500 vehículos/día, lo que denota el carácter local de las carreteras dentro de este grupo. Esta reducida circulación de vehículos a motor, unido a las características anteriormente citadas, incentivan un notable tráfico ciclista sobre estas carreteras. La carretera objeto de este documento reúne precisamente estas características y es de titularidad de la Diputació de València.



Ilustración 5. Distribución de la red de carreteras de la Diputació de València; longitud total según IMD. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputación de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)

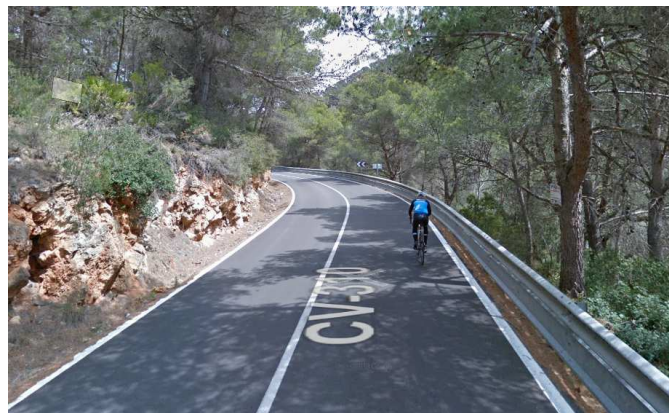


Ilustración 6. Ejemplo de carretera de la Diputació de València; CV-310 en la bajada del Mirador del Garbí hacia Náquera. (Google Maps, 2019)

Esta alta presencia ciclista en vías de titularidad de la Diputació ha exigido ciertas medidas de mejora de la red, por esto, se han ido implementando desde 1995 algunas medidas para aumentar la seguridad vial de los ciclistas en las vías que estos más frecuentan, como el resalte de la marca vial longitudinal de borde de calzada, doblando su ancho a 20 cm. También se han implementado arcenes ensanchados y coloreados en rojo, también llamados “arcenes bici”, o instalado señalizaciones diferentes de preaviso sobre la presencia ciclista en la carretera:



Ilustración 7. Mejoras realizadas en la red de la Diputació de València desde 1995. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputación de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)

Como experiencia piloto, en 2015 se instalaron en los puertos del Oronet (sur), Oronet (norte), Garbí y Barx diferentes señalizaciones dedicadas al ciclista en los ascensos a



dichos puertos, mostrando el carácter deportivo y lúdico que tiene la práctica ciclista en esta red.



Ilustración 8. Distribución de la red de carreteras de la Diputació de València; longitud total según IMD. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputació de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)

La intención de la Diputació de València es continuar señalizando de esta forma los puertos de montaña más concurridos por ciclistas, además de actualizar la señalización existente:



Ilustración 9. Señalización a instalar en itinerarios frecuentados por ciclistas. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputació de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)

Otro tipo de actuaciones también son necesarias, además de la adecuada señalización, para mejorar la seguridad vial de los ciclistas en carretera. Por ello, la Diputació también puso en marcha medidas como tapado de grietas longitudinales, retirada de obstáculos en la zona lateral de la vía, reparación de arquetas, drenajes y baches laterales, etcétera.



Ilustración 10. Medidas sobre el pavimento. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputación de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)

6.2. Normativa.

En lo relativo a normativa que afecta al conflicto ciclista-conductor, es necesario acudir al Código de Tráfico y Seguridad Vial, de la DGT.

En el artículo 15, Utilización del arcén, se indica que los ciclistas deben circular por el arcén de su derecha, si este es transitable y suficiente. En caso de no serlo, se utilizará la parte imprescindible de la calzada. Se exceptúan los descensos prolongados, donde se permite a las bicicletas expresamente el uso del carril derecho en toda su amplitud. En el segundo epígrafe se indica que los ciclistas pueden circular en posición paralela, en los casos en los que se permita reglamentariamente, atendiendo a las circunstancias de la vía o peligrosidad del tráfico.

En el artículo 23, se indica en el quinto epígrafe que los ciclistas tienen prioridad de paso respecto los vehículos a motor en tres supuestos:

- Cuando circulen por un carril bici, paso para ciclistas o arcén debidamente señalizados.
- Cuando para entrar en otra vía el vehículo a motor gire a izquierda o derecha y haya un ciclista en sus proximidades.
- Cuando circulando en grupo, el primero haya iniciado ya el cruce o entrado en una glorieta.

El artículo 34, sobre ejecución del adelantamiento, se indica que el conductor que adelante a un ciclo o ciclomotor debe dejar, incluso ocupando el carril contrario, un ancho de seguridad de, al menos, 1.5 metros.

El artículo 37, sobre supuestos especiales de adelantamiento añade que, en el caso de adelantamientos a ciclistas, está dentro de la ley invadir el carril contrario para su adelantamiento seguro incluso si el adelantamiento esté prohibido en el tramo de vía en cuestión.

6.3. Artículos de investigación.

En este apartado del Estado del Arte se trata de mostrar el estado actual de la situación, en base a fuentes relativas a la circulación ciclista por carreteras interurbanas, la caracterización de conflictos ciclista-conductor, nuevas actuaciones para acatar el problema, variables a tener en cuenta al analizar el conflicto, etcétera.



De esta forma, se muestra una panorámica del conflicto, a fin de estar en situación de realizar el análisis de los datos obtenidos en este TFM en concordancia con otros autores y voces autorizadas en la materia.

Cabe destacar que, pese a que la mayor gravedad de accidentes ciclistas se concentra en la circulación por vías interurbanas, como se ha visto al inicio de este documento, la mayor parte de la literatura científica se centra en la circulación ciclista por vías urbanas, probablemente por el mayor volumen de tráfico. No obstante, ello provoca que sea escasa la documentación científica en este caso, lo cual justifica en mayor medida el análisis que en este trabajo se realiza.

Por las características del tráfico por vías interurbanas en infraestructura compartida entre el ciclista y el vehículo a motor, la maniobra que más accidentes provoca es el adelantamiento.

6.3.1. Adelantamiento.

El adelantamiento consiste en la maniobra de sobrepasar a otro vehículo que, estando en el mismo carril que el vehículo predecesor, circula a una velocidad inferior a la de este y por delante del mismo. Este rebase se realiza, según la normativa de tráfico existente, por la izquierda, empleando el carril de sentido opuesto o bien empleando carriles adicionales existentes, en su caso.

Esta maniobra, dada su complejidad, exige tomar en cuenta varios factores como la velocidad de ambos vehículos circulantes, las distancias de seguridad tanto lateral como longitudinal, la presencia de terceros vehículos u obstáculos, la visibilidad existente o el estado de la vía.

En el caso de adelantamientos a ciclistas, estos factores cobran mayor importancia, por tratarse de usuarios vulnerables de la vía, según la OMS que, en 2013 incluyó en este grupo a “peatones, ciclistas y motociclistas”. Por su parte, la Directiva sobre los Sistemas de Transporte Inteligentes también define los usuarios vulnerables de la vía como “usuarios no motorizados de la red viaria, así como los motoristas y personas con discapacidad o movilidad u orientación limitadas”.

Según Carlos Llorca (2015), el adelantamiento entre vehículos consta de diferentes fases, según la trayectoria y tiempos del vehículo adelantante.

- En un instante inicial, se inicia la maniobra con un desplazamiento hacia la izquierda, invadiendo el carril contrario (o adicional, según el caso), previo mantenimiento de suficiente distancia longitudinal.
- Posteriormente, el vehículo adelantante se encuentra en paralelo con el vehículo adelantado, circulando el primero por el carril izquierdo o adicional, dejando la suficiente distancia lateral.
- Más adelante, y dejando el suficiente espacio por detrás, el vehículo adelantante se reincorpora al carril derecho, finalizando la maniobra.

En el caso de adelantamientos a ciclistas, las diferencias principales radican en una mayor diferencia de velocidades entre vehículo adelantante y adelantado, así como una mayor sensibilidad a adelantamientos con poca distancia de seguridad, tanto lateral como longitudinal. En una división de la maniobra similar a la indicada anteriormente, Dozza et al (2016), muestra un esquema con las fases de aproximación, desplazamiento hacia la izquierda, adelantamiento en paralelo y retorno al carril original:

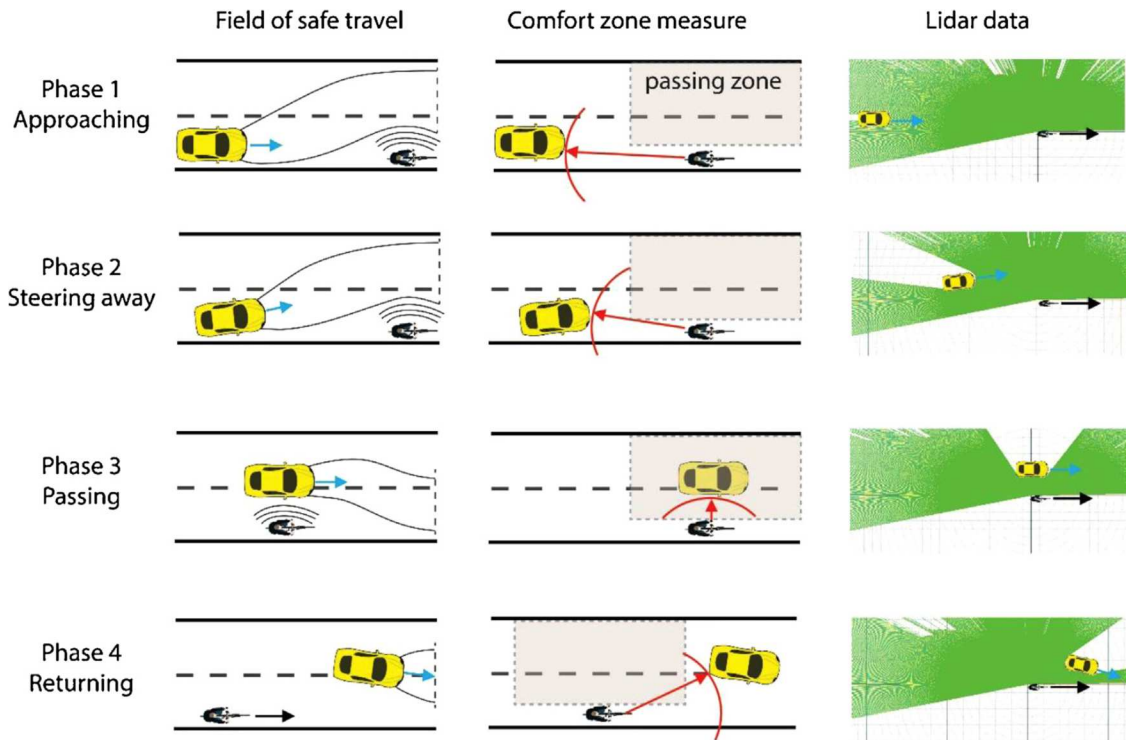


Ilustración 11. Las 4 fases en el adelantamiento de coche a bicicleta.. (How do drivers overtake cyclists? Marco Dozza et al. 2015)

Buena parte de la literatura investigadora al respecto de esta maniobra se centra en el análisis del cumplimiento del criterio legal existente en cada país acerca de la separación lateral mínima que se debe conservar durante la maniobra.

Un ejemplo de la medición de la seguridad del adelantamiento mediante el control del parámetro del despeje lateral es el documento elaborado por Love et al (2012), acerca del cumplimiento del “three-foot bicycle passing law” en Baltimore, Maryland. Esta ley prevé la necesidad de dejar, como mínimo, 3 pies de distancia lateral durante un adelantamiento entre un vehículo a motor y un ciclista. Con esta distancia, el ciclista es sometido a una fuerza lateral de 13 N, aproximadamente, la cual puede alterar la trayectoria del ciclista, con el consiguiente riesgo de colisión.

Es este motivo, la fuerza lateral creada por un adelantamiento demasiado cercano, el principal para la creación de las infraestructuras separadas para los ciclistas, especialmente allá donde los vehículos a motor desarrollan más velocidades, pues la fuerza que el aire desplazado por el vehículo adelantante será mayor y tendrá mayor influencia sobre la estabilidad del ciclista.

Aunque el estudio elaborado por Love et al está centrado en infraestructuras viarias urbanas, sí se aprecia que existe un porcentaje de adelantamientos que, a la vista del espaciamiento lateral mencionado, pueden ser problemáticos para la estabilidad del ciclista. Además, este estudio tiene en cuenta la naturaleza de la infraestructura sobre la que circula el ciclista, atendiendo a carril bici, carril convencional o carril compartido, estando estas soluciones bastante extendidas en ámbitos urbanos.

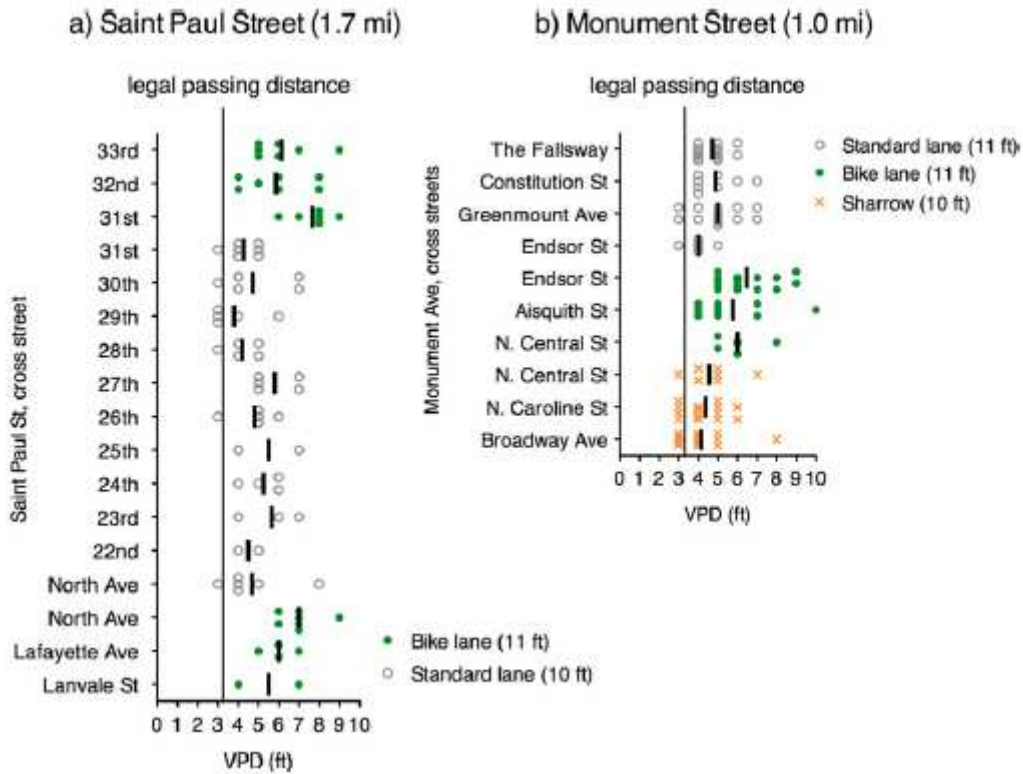


Ilustración 12. Distancias de adelantamiento en dos calles de Baltimore. Límite legal de 3 pies y influencia del tipo de carril. (Is the three-foot law working in Maryland? Love et al. (2012))

En cuanto a la diferencia de velocidades durante el adelantamiento, en el artículo “Motor vehicles overtaking cyclists on two-lane rural roads. Analysis on lateral clearance” Llorca et al. establecen la siguiente relación entre las velocidades de los vehículos a motor y los ciclistas durante el adelantamiento:

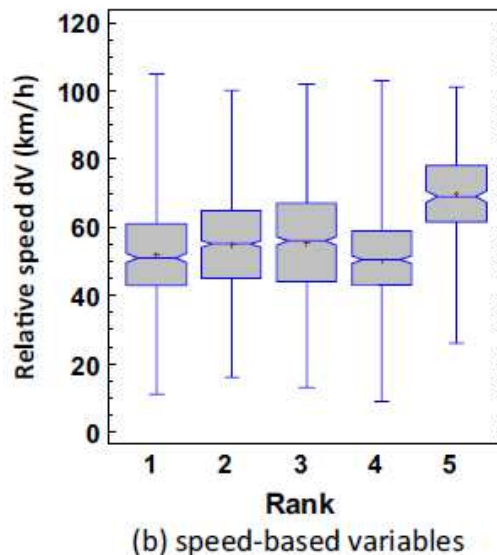


Ilustración 13. Velocidades relativas durante el adelantamiento a ciclistas. “Motor vehicles overtaking cyclists on two-lane rural roads. Analysis on lateral clearance. Llorca et al. 2017

En la relación anterior se puede comprobar que, aproximadamente a partir de 15 km/h de diferencia de velocidades los conductores inician sus primeros adelantamientos a ciclistas. Es por esto, que se puede admitir cierta demora si se circula tras un ciclista,



pero en caso de existir más de 15 km/h entre la velocidad esperada y la velocidad real, el conductor aumenta su intención de adelantar, para lo cual las condiciones de la vía deben ser favorables.

6.3.2. Infraestructura

La infraestructura existente influye directamente en el comportamiento del tráfico, bien sea por el ancho de la sección, la visibilidad existente, la geometría del trazado, la pendiente, y otros factores que modifican la percepción del usuario cuando transita por un tramo concreto. Por esto, resulta interesante el estudio de qué factores afectan más a la seguridad en la circulación y, en el caso objeto de este trabajo, a la circulación ciclista.

García et al (2015), analizan los efectos de la geometría de la vía en la interacción entre ciclistas y vehículos a motor, especialmente en la maniobra descrita como más peligrosa, el adelantamiento, con algunas conclusiones a destacar. En ese documento se destaca que existe un porcentaje de adelantamientos superior al 50% que no cumple la distancia de separación mínima por ley de 1.5 metros.

Además, por haber tenido en cuenta todas las características geométricas de la sección, es posible explicar los elementos que hacen disminuir la separación entre vehículos y ciclistas:

Road	AADT (veh)	Lane width (m)	Shoulder width (m)	Length (km)	Passing maneuvers		Passing vehicle frequency (veh/h)	Opposing vehicle frequency (veh/h)	Number of curves (one-way)
					Racing bicycles	Mountain bike			
1 CV-376	4,437	3.25	0.50	6.0	98	105	78.7	125.1	18
2 CV-333	4,053	3.05	1.10	7.9	153	156	94.1	191.6	3
3 CV-405	14,800	3.50	1.00	5.0	529	529	51.6	97.1	11
4 CV-310	6,416	3.15	1.50	5.3	261	232	58.2	140.9	5
5 N-225	5,412	3.50	1.50	3.5	74	172	39.5	77.5	5
6 CV-3505	2,635	3.50	1.60	1.2	86	183	50.9	86.2	0
7 CV-315	7,935	3.15	2.50	5.0	189	182	185.1	346.9	19

Tabla 1. Carreteras objeto del estudio y sus características geométricas. (Effects of road geometry on interaction between cyclists and vehicle on two lane rural highways. García et al. 2015)

Los resultados de este estudio muestran cómo el ancho del arcén influye directamente en la separación durante el adelantamiento, pues a mayor anchura del arcén mayor separación es detectada durante los adelantamientos:

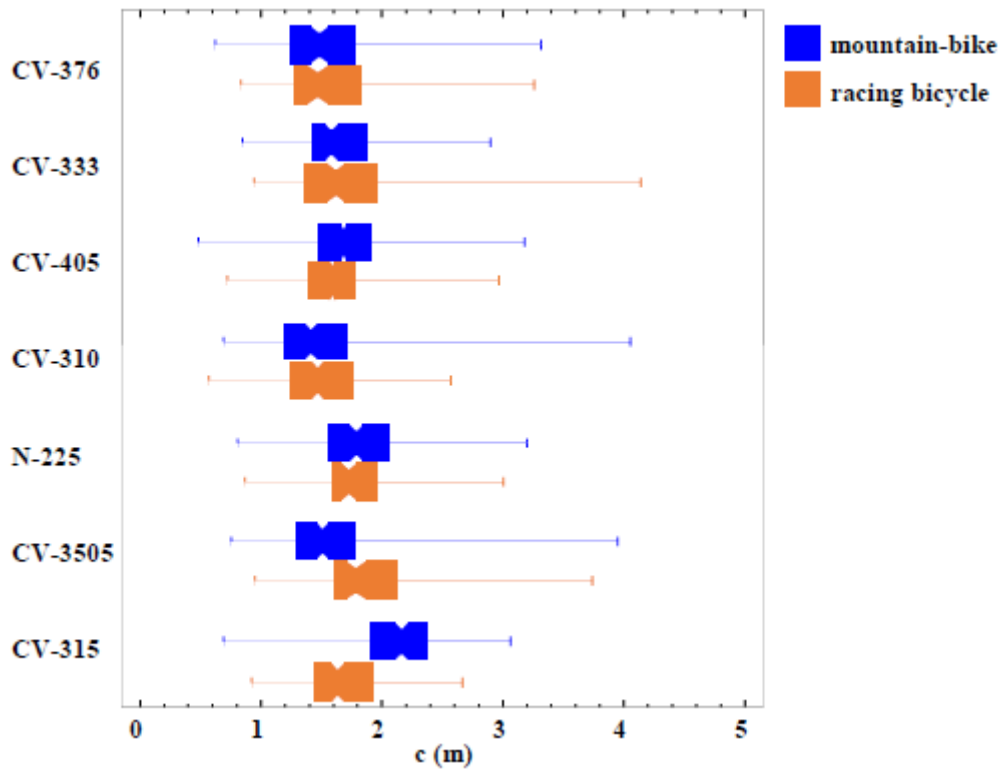


Ilustración 14. Separación lateral durante el adelantamiento según las carreteras objeto del estudio y el tipo de bicicleta empleada. (Effects of road geometry on interaction between cyclists and vehicle on two lane rural highways. García et al. 2015)

Pero no es únicamente la anchura del arcén la variable que afecta a la separación durante el adelantamiento. Según el estudio, el trazado en planta también influye directamente en esta separación. Se ha detectado que las curvas a izquierdas, por permiten una mayor visibilidad al vehículo adelantante, proporcionan una mayor separación durante el adelantamiento que las curvas a derechas, mientras que en las rectas (*tangents*), se tiene un caso intermedio:

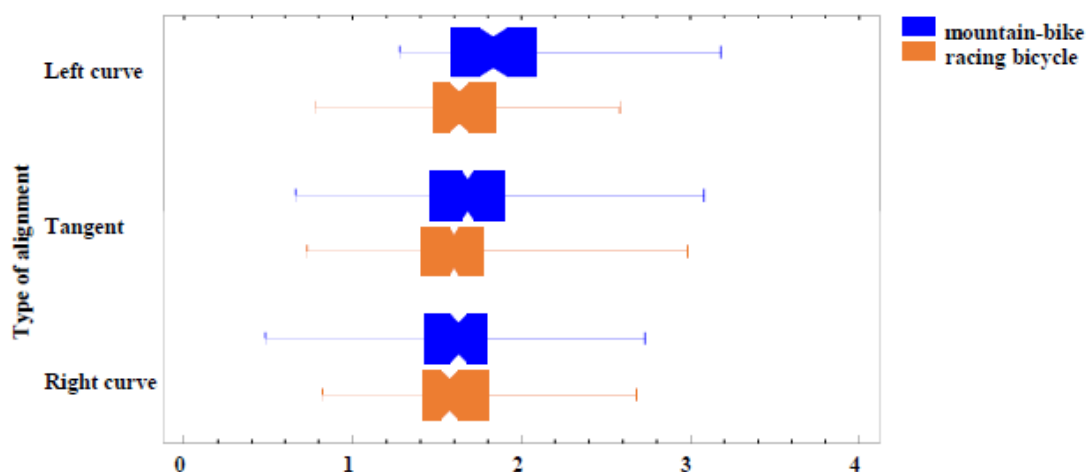


Ilustración 15. Separación durante el adelantamiento (m) según elemento geométrico en planta. (Effects of road geometry on interaction between cyclists and vehicle on two lane rural highways. García et al. 2015)

Dentro de las carreteras analizadas en el documento, existe un caso singular pues, aunque presenta un arcén de 1.5 metros, presenta una separación de adelantamiento



a los ciclistas inferior a lo esperado a la vista del resto de casos. Se trata de la carretera CV-310, la cual ha recibido un trato distinto por parte de la Diputació de València dada su afluencia ciclista. Según muestra la imagen siguiente, los arcenes han sido coloreados de rojo, en una de las medidas ya mencionadas anteriormente; “arcenes bici”:



Ilustración 16. Carretera CV-310, P.K. 12+150. (Google Street View. 2018)

Es precisamente este pintado en color diferente de los arcenes el que sugiere una diferenciación de infraestructuras para ciclistas y para vehículos, pudiendo provocar una relajación por parte de los conductores para separarse más durante la maniobra de adelantamiento. Por esto, el artículo desaconseja aplicar esta medida para acentuar los arcenes.

Por otro lado, Llorca et al (2015), en un análisis similar al indicado al inicio de este apartado, ha incorporado la percepción de riesgo del ciclista durante el adelantamiento, teniendo en cuenta los elementos geométricos de la vía, en las mismas carreteras que el estudio de García et al (2015).

Las conclusiones, por tanto, son similares, pero se observa una mayor percepción de riesgo aunque exista mayor separación lateral, explicada por la velocidad del vehículo adelantante, especialmente si son vehículos pesados. Por esto, recomienda proveer a las carreteras de arcenes suficientemente anchos, para permitir maniobras de adelantamiento seguras.

6.3.3. STRAVA™ como herramienta de análisis del tráfico ciclista

En pleno auge de los teléfonos inteligentes, son diferentes las aplicaciones que, instaladas en estos dispositivos permiten extender sus capacidades y aprovecharlos para realizar diferentes actividades. En el caso de la práctica deportiva, existen diferentes aplicaciones que recopilan datos para el usuario acerca de su rendimiento, itinerario y progreso personal. En este trabajo se ha empleado STRAVA™ como herramienta de obtención de datos del tráfico ciclista, pues es una aplicación concebida especialmente para esta práctica y que proporciona los datos que el análisis realizado en este trabajo precisa.



López G. et al (2018), comprueba que, la metodología propuesta para la obtención de datos de STRAVA™ es válida estadísticamente. Mediante la elección de diferentes rutas frecuentadas por ciclistas, se monitoriza el tráfico real por estas rutas, a la vez que se observa su transformación en grabaciones de datos de STRAVA™.

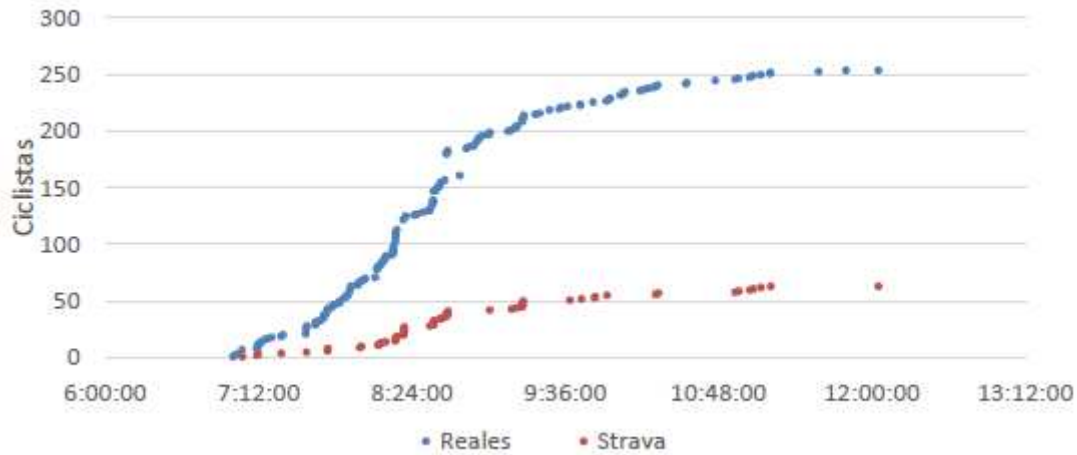


Ilustración 17. Correlación entre datos de STRAVA y datos reales en un punto concreto. (Estimación de la demanda ciclista en carretera usando datos de la plataforma STRAVA. López G. et al. 2018)

De esta forma, se comprueba mediante el parámetro R^2 que el porcentaje de uso de STRAVA™ presenta un buen ajuste estadístico a un modelo lineal, con valores de 0.95. En un futuro, indica la investigación, podrán establecerse patrones de comportamiento a menor escala que la diaria, establecer una metodología de aplicación práctica para las administraciones de carreteras, o incluso identificar usos ciclistas deportivos o recreativos en una misma infraestructura.



7. Alcance

La línea de trabajo desarrollada durante este estudio se inicia con una propuesta previa de infraestructuras con las características concretas de tráfico ciclista, vehicular, pendiente longitudinal, sección transversal y, por razones de logística, cercanía al centro de estudios.

Las vías consideradas para la elaboración de este estudio de forma inicial son:

- CV-310; tramo con inicio en Godella-Bétera hasta Náquera-Serra.
- CV-315; tramo con inicio en Museros hasta Náquera.
- CV-25; tramo con inicio en Olocau hasta Gátova.
- CV-333; tramo con inicio en Bétera hasta Olocau.
- CV-376; tramo con inicio en Llíria hasta Pedralba.
- CV-35; tramo con inicio en Casinos hasta Aras de los Olmos.
- CV-435; tramo con inicio en Real de Montroy hasta Dos Aguas.

Tras un análisis de las condiciones de los tramos citados, se observa que el tramo de la CV-25 entre los PK 6+933 y PK 20+580 presenta condiciones favorables para el estudio, pues transita a por los municipios de Olocau, Marines Viejo y Gátova, frecuentados por ciclistas durante fines de semana y festivos. La sección transversal, por otra parte, presenta un ancho de entre 4.8 y 6 metros y en la mayor parte del recorrido no presenta división mediante señalización horizontal en la mayor parte del trazado, como se muestra bajo estas líneas:

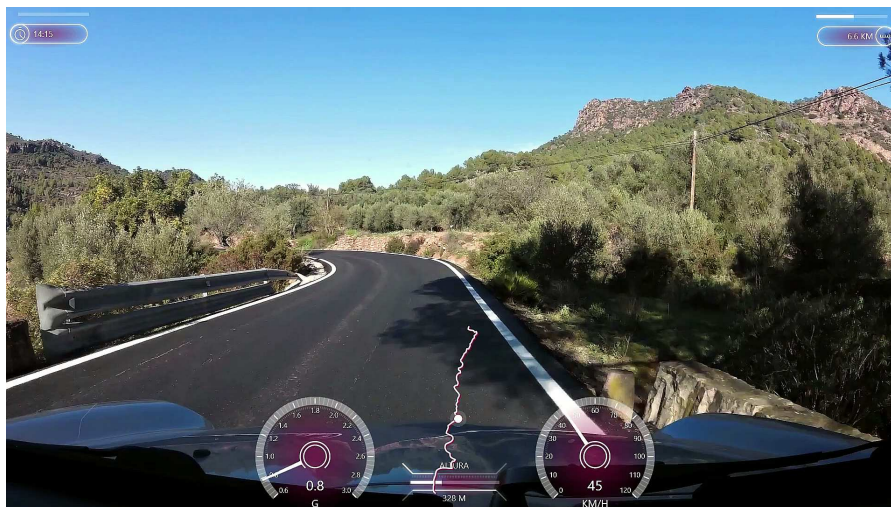


Ilustración 18. Aspecto de la CV-25. (Elaboración propia, 2018)



8. Objetivos

El principal objetivo de este TFM es realizar una propuesta de mejora de la carretera CV-25, entre los P.P.K.K 6+933 y 20+580, para mejorar la seguridad vial y la funcionalidad del tramo, especialmente para los ciclistas.

Se pretende, por otra parte, establecer una metodología de análisis que sea extrapolable a otras carreteras convencionales similares, permitiendo ello realizar propuestas de mejora en otras vías en base a esta metodología.

Además, para alcanzar el citado objetivo principal se pretende realizar una caracterización del tráfico, tanto de vehículos a motor como ciclistas, con el fin de analizar las interacciones entre estos. Con los datos de dicha caracterización del tráfico se persigue tener una alimentación para un modelado del tráfico que circula por esta vía, a fin de aumentar la seguridad vial de la carretera existente con inversiones reducidas y actuando sobre los puntos de mayor riesgo.



9. Metodología

9.1. Modelado de la infraestructura existente.

Uno de los objetivos de este TFM, tal y como se indica en el apartado anterior, es el empleo de software basados en entorno BIM. De esta forma, se ha creado un modelo en AutoCAD Civil 3d con la infraestructura existente, que representa la CV-25 en el tramo objeto de estudio de la forma más fiel posible.

Para ello, es necesaria una base de datos cartográficos sobre la que implementar la actual carretera. En este caso, y siendo aplicable a la gran mayoría de proyectos de ingeniería dentro del territorio nacional, la cartografía se ha obtenido del del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, a través del Instituto Geográfico Nacional. Este organismo cuenta con una plataforma web donde pone a disposición de la población una amplia variedad de datos con distinta precisión y formato. En el caso objeto de estudio se han empleado datos provenientes del formato LIDAR y MDT05.

Esta elección no es casual, pues el carácter accidentado de la orografía en el tramo objeto de estudio hacen necesaria una gran precisión en los datos sobre los que se va a elaborar el modelo.

La tecnología LIDAR (*Light Image Detection And Ranging*) permite medir la distancia desde un emisor, habitualmente láser, al punto que refleja el haz láser del emisor. De esta forma, midiendo los tiempos de lapso entre la emisión y recepción del pulso láser se obtiene una nube de puntos del terreno con respecto del emisor, que habitualmente se ubica en un avión, aunque a día de hoy ya se realizan modelos LIDAR desde drones.



Ilustración 19. Tecnología LIDAR sobre drones. (xdrones.es, 2017)

Estos sistemas, tanto sobre drones como sobre aviones, deben apoyarse en sistemas GPS de alta precisión, obteniendo grandes cantidades de datos en un simple vuelo. Aun así, este sistema presenta una lógica limitación de superficie alcanzable, de forma que resulta necesario planificar los vuelos en el caso de áreas de amplia extensión. En el caso del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, el proyecto PNOA-LIDAR pretende realizar dos coberturas a todo el territorio nacional, con densidades de 0.5 puntos/m² para la primera y 1 punto/m² para la segunda. De esta forma, se organizan los vuelos sobre todo el territorio nacional, de forma que se necesita prácticamente una década para actualizar toda la orografía

La primera cobertura se inicia en 2008, finalizándose en 2015. En estos momentos todavía no se ha completado el vuelo con la se organizan los vuelos sobre todo el



territorio nacional, de forma que se necesita prácticamente una década para actualizar toda la orografía.

COBERTURAS PUBLICADAS

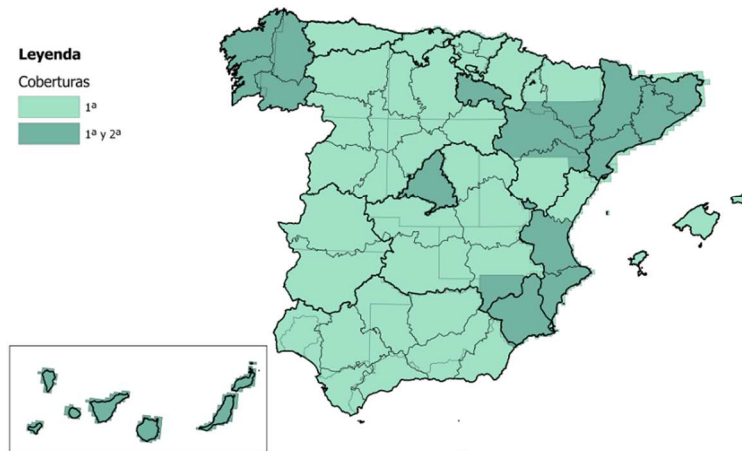


Ilustración 20. Coberturas realizadas sobre el territorio español. (IGN, 2019)

Con el proyecto PNOA-LIDAR todavía sin finalizar, las distintas áreas de vuelo del territorio cuentan con datos obtenidos de diferentes fechas. En el caso de la provincia de Valencia, los datos empleados en el modelo del terreno datan de 2015:

MÁXIMA ACTUALIDAD PUBLICADA

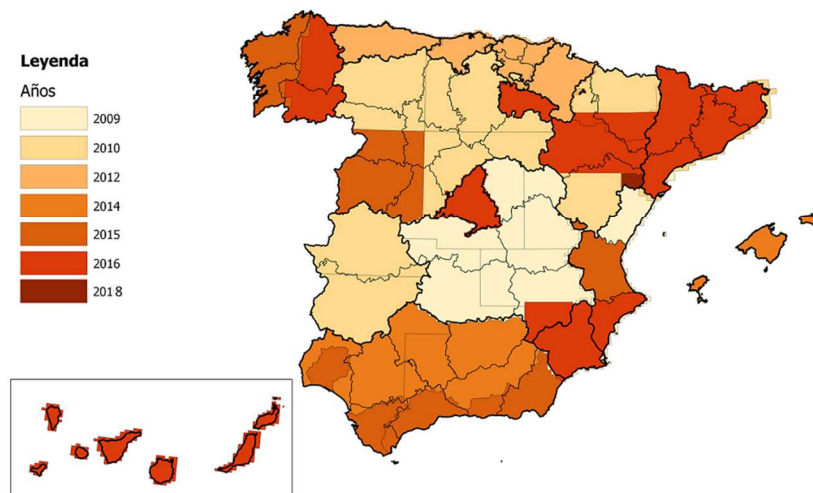


Ilustración 21. Fechas de los datos más actualizados según cada región. (IGN, 2019)

Es a partir de estos diferentes vuelos sobre el territorio nacional de donde obtiene el Instituto Geográfico Nacional (IGN) la información para realizar diferentes formatos del mismo modelo del terreno, según la precisión necesaria.

Por una parte, el IGN ofrece la colección de nubes de puntos en formato LAZ, segmentada en archivos de extensión 2x2 km, con una densidad mínima de 0.5 puntos/km², equivalente a la ya citada primera cobertura del plan de coberturas (ver Ilustración 19). Este archivo es el resultado directo del vuelo realizado sobre el terreno, de forma que se obtiene con alta fidelidad lo que realmente existe en el terreno; desde



los árboles, estructuras, vehículos o cualquier elemento que produzca el reflejo del haz láser.

El formato MDT05 es, por otra parte, un formato derivado del ya mencionado LIDAR. En este caso se realiza un procesado a los datos obtenidos del vuelo sobre el terreno, que conforman por sí mismos el LIDAR, para eliminar los puntos de aquellos objetos con menor intensidad de reflexión del haz láser. De esta forma, con un filtrado de datos según su intensidad en cada punto se pueden eliminar elementos del terreno como árboles, zonas boscosas, aguas circulantes, estructuras como puentes, etcétera. El subíndice "05" indica el paso de malla que el IGN establece para el archivo concreto. Desde el portal web del IGN pueden descargarse también archivos MDT con pasos de malla de 25 y 200 metros, según las necesidades de precisión. En el caso de estudio, se emplea el MDT con mayor densidad de datos disponible.

La información obtenida del IGN requiere un intenso procesado para elaborar un modelo del terreno que permita una respuesta fluida durante su computación. Para ello, empleando Autodesk RECAP®, se realizan dos modelos diferentes del terreno, según se emplean datos LIDAR o MDT05.

En el caso del LIDAR, se compone la zona afectada por el recorrido mediante el ensamblado de los archivos de 2x2 km que el IGN permite obtener.

Por la morfología del trazado a restituir son necesarios 7 archivos de 4 km², generando un área de 28 km² y con una gran cantidad de datos dentro del modelo. Con esta morfología el modelo no responde con fluidez y el tamaño del archivo completo supera los 4 Gb; no permite visualizar correctamente sus elementos.



Ilustración 22. Aspecto del modelo completo del terreno con datos LIDAR. El norte apunta a la derecha).

Para una reducción de la cantidad de datos del modelo del terreno es necesario recortar, de forma manual, el área conjunta de silueta ortogonal para ajustar esta al trazado de la CV-25 en el tramo objeto de estudio. Es necesario prever un ancho del modelo, medido desde el eje de la vía, de unos 100 metros como mínimo, para no alterar resultados en posteriores estudios de visibilidad sobre el propio modelo y otros aspectos en los que la orografía alrededor de la vía es relevante.

Tras el proceso de recorte de las áreas que exceden del corredor de 100 metros que representa la vía, el modelo sigue siendo funcional, aunque el peso del archivo es mucho menor y la respuesta es más ágil. El resultado se muestra bajo estas líneas, con un modelo donde la carretera es más patente y la cantidad de datos innecesarios está reducida al mínimo.

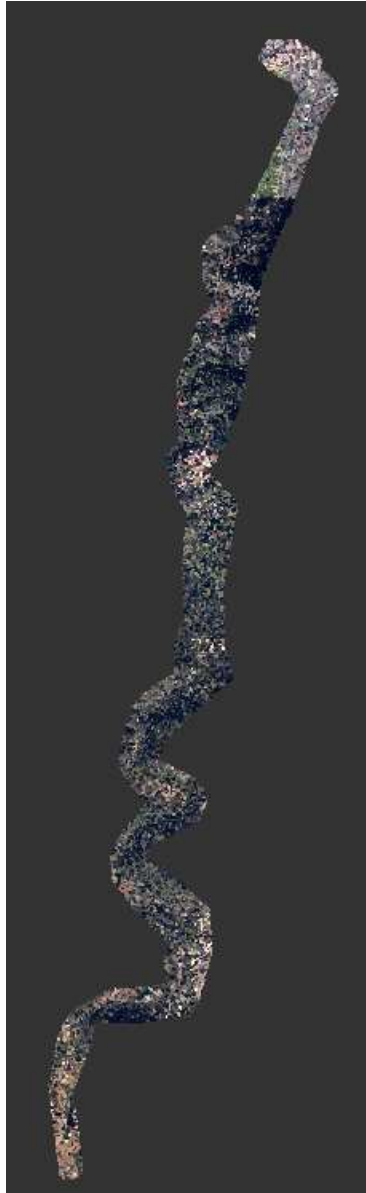


Ilustración 23. Aspecto del modelo, tras la eliminación de datos innecesarios, del terreno con datos LIDAR. (elaboración propia, 2018).

En el caso del formato MDT05, el IGN elabora un único archivo en el caso del área escogida para el tramo objeto de estudio. En este caso el post procesado no es tan exigente, pues los datos existentes en el modelo sí permiten un trabajo sobre este con una respuesta fluida y la superficie obtenida es suficientemente fiel para los objetivos previstos. El aspecto del modelo es muy similar al mostrado en la Ilustración 21; se forma un área rectangular alrededor del tramo objeto de estudio. La diferencia más notable es que, conforme a lo expuesto anteriormente, en este modelo se refleja únicamente la superficie real del terreno, sin zonas arbóreas, puentes u otras estructuras dispuestas por el hombre.

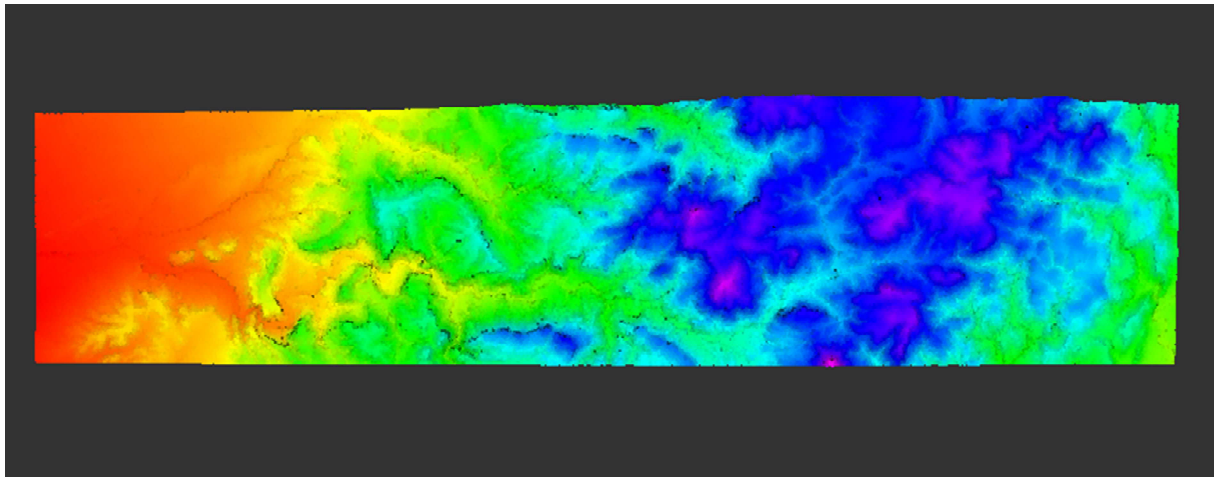


Ilustración 24. Aspecto del modelo completo del terreno con datos MDT05. Filtro de elevación por colores aplicado. El norte apunta a la derecha. (elaboración propia, 2018).

Para mostrar la principal diferencia entre ambos modelos, se muestran dos imágenes de la misma área en ambos modelos. En el caso del modelo compuesto con datos LIDAR, se aprecia claramente que incluye con elevada precisión la carretera CV-25 y todos los árboles existentes, representados además por una trama de puntos sin una distribución uniforme. Por el contrario, el modelo compuesto con datos MDT05 únicamente incluye el terreno, y se detecta de forma clara la malla uniforme de puntos con paso de 5 metros, como su subíndice indica.

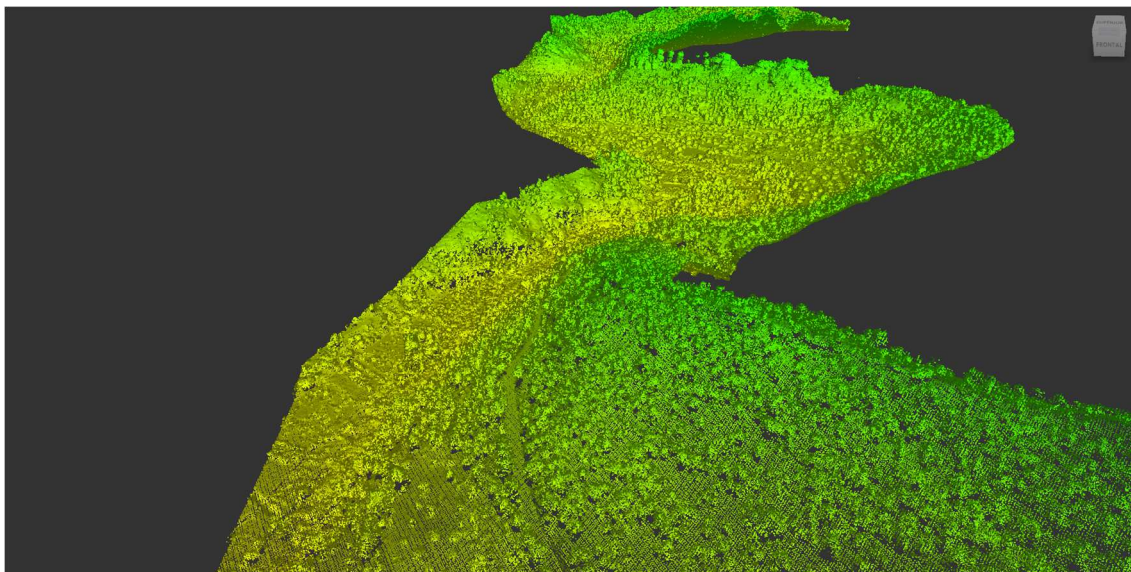


Ilustración 25. Aspecto del modelo del terreno con datos LIDAR. Filtro de elevación por colores aplicado. (elaboración propia, 2018).

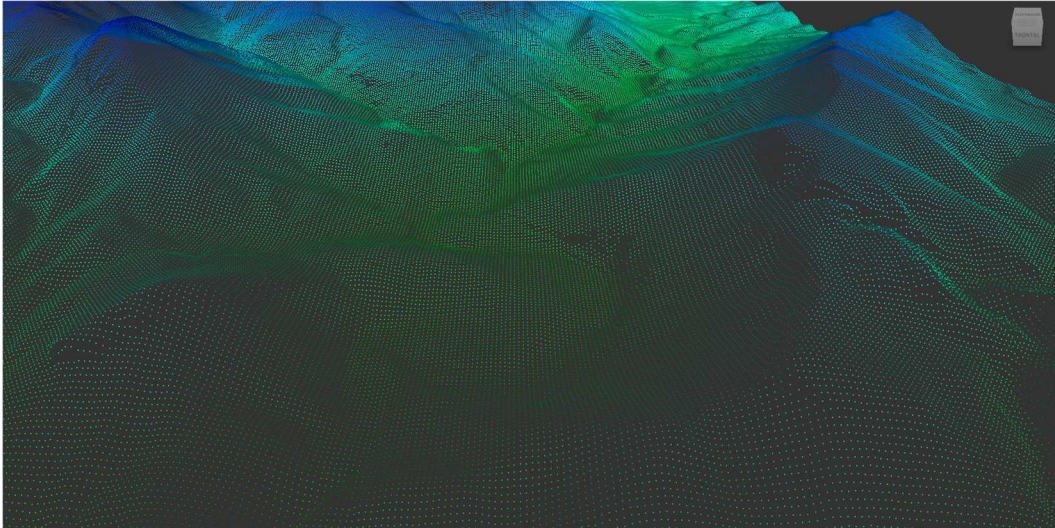


Ilustración 26. Aspecto del modelo del terreno con datos MDT05. Filtro de elevación por colores aplicado. (Elaboración propia, 2018).

No obstante, este proceso realizado no es suficiente para iniciar la restitución del tramo objeto de estudio, pues el software necesario para ello es AutoCAD Civil3D. Es por una modificación reciente de la inclusión de los datos cartográficos por lo que es necesario realizar el paso previo por Autodesk RECAP®.

Por tratarse de softwares compatibles y provenientes de la corporación Autodesk, los archivos generados por RECAP® son compatibles con AutoCAD Civil3D y fácilmente incluibles en el programa de edición gráfica donde se realiza la restitución de la CV-25.

Es en Autocad Civil3D donde puede establecerse el trazado actual del tramo objeto de estudio sobre la superficie real, mediante la superposición de las curvas de nivel y la ortofotografía del propio terreno y la carretera. Con esta información, la restitución de la CV-25 se realiza de forma manual, mediante la creación de un eje de vía sobre las curvas de nivel y la ortofotografía, de la forma más fiel posible y tratando de representar la geometría de la vía con todos sus elementos geométricos.

Con este proceso completado es posible la obtención de un estado de alineaciones de la CV-25 en el tramo objeto de estudio, que es información útil para posteriores estudios de visibilidad o de seguridad vial, así como para la introducción de propuestas de mejora en la infraestructura tras el análisis de los resultados.

En el modelo con la CV-25 ya restituida también se aprecian diferencias claras en la representación de las dos superficies incluidas, según se obtienen de LIDAR o MDT05. En el caso de la superficie obtenida de datos LIDAR, las líneas de nivel siguen trayectorias más erráticas, como se ha mencionado anteriormente, pues incluyen zonas boscosas, estructuras y otros elementos.

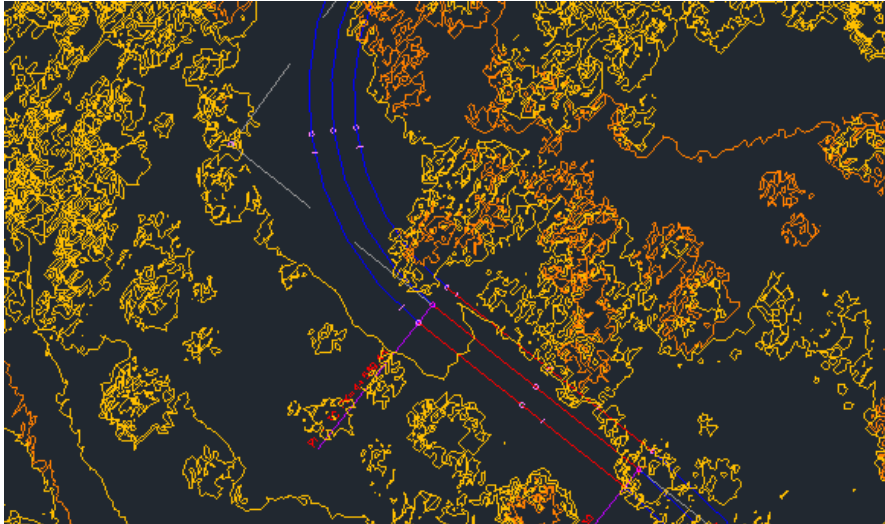


Ilustración 27. Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D muestrando las líneas de nivel de los datos LIDAR. (Elaboración propia, 2018)

En caso de cambiar la superficie muestreada, se observa que al tomar como referencia la superficie obtenida con datos MDT las curvas de nivel son coherentes con la figura anterior, si bien la información que reflejan es diferente, siguiendo con lo que muestran las Ilustraciones 25 y 26.

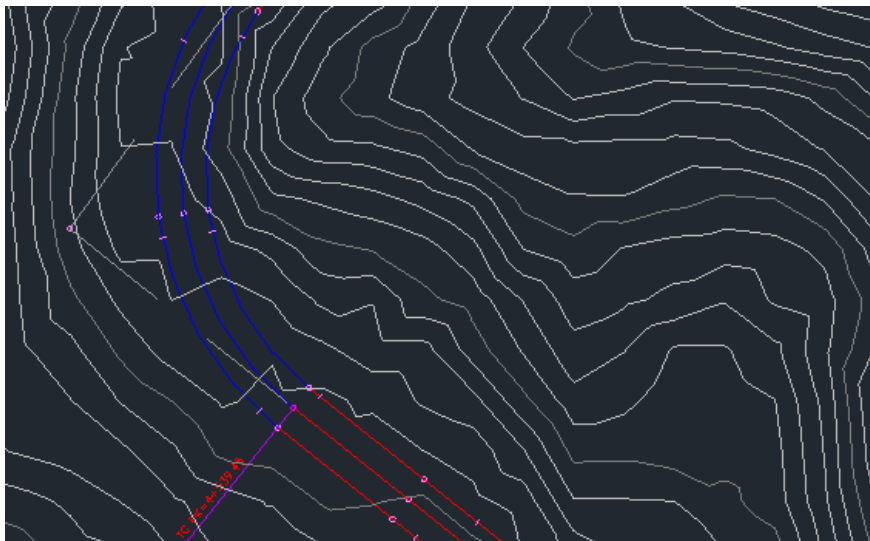


Ilustración 28. Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D muestrando las líneas de nivel de los datos MDT05. (Elaboración propia, 2018).

Para mostrar la fidelidad del modelo, tanto con la superficie obtenida desde datos LIDAR como desde MDT, se muestra el aspecto del mismo punto del trazado que el indicado en las ilustraciones 27 y 28, pero con la ortofotografía mostrada de fondo, en lugar de las superficies citadas. Se comprueba que el arbolado coincide con lo mostrado en la superficie basada en datos LIDAR y que las líneas de nivel de la superficie basada en datos MDT representan un incremento de pendiente formado por un cerro en la margen derecha de la vía.



Ilustración 29 Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D con ortofotografía de fondo.

En cuanto al alzado, el proceso es similar al realizado para la planta de la carretera. Se trata de una forma de proceder muy similar al diseño de una nueva carretera, pero no es necesario tratar de definir pendientes y acuerdos según la normativa. En este caso, por el contrario, únicamente es necesario asegurar que la rasante definida define las alturas reales de la carretera.

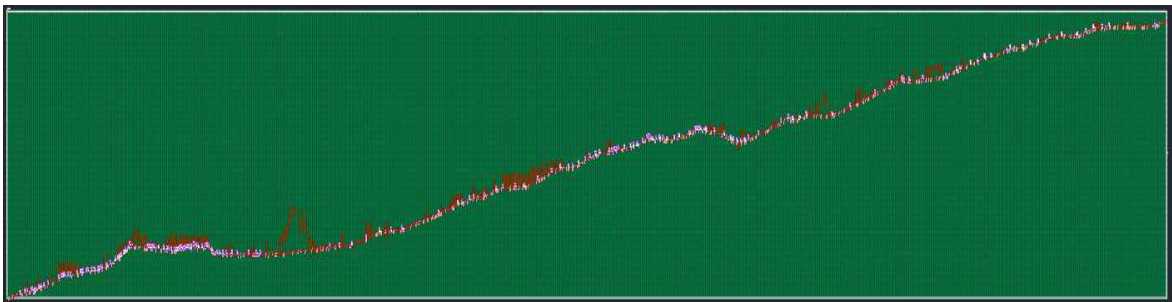


Ilustración 30. Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D mostrando el perfil de la alineación de la CV-25, paralelo al terreno.

Esta reproducción de la altura real de la carretera a través de la rasante no es compleja gracias a las líneas de nivel obtenidas desde los archivos MDE y MDT del terreno, pues estos ya incluyen la carretera reflejada por el láser en sus datos.

Seguidamente, es necesario introducir las características de la obra civil existente en el modelo, del mismo modo que si de un diseño nuevo se tratase; definiendo los límites exteriores de la vía, sobreanchos o aspectos singulares del trazado que se deseen incluir en el modelo. No obstante, dado que el modelo del terreno empleado ya incluye los terraplenes y desmontes existentes, no es necesario definirlos como parte de la infraestructura. Por esto, no es necesario definir los taludes que AutoCAD Civil3D permite introducir para la creación de desmontes y terraplenes en base a las características del suelo y la altura de la rasante definida respecto del terreno, pues se trata de una infraestructura ya existente y encajada en la superficie.

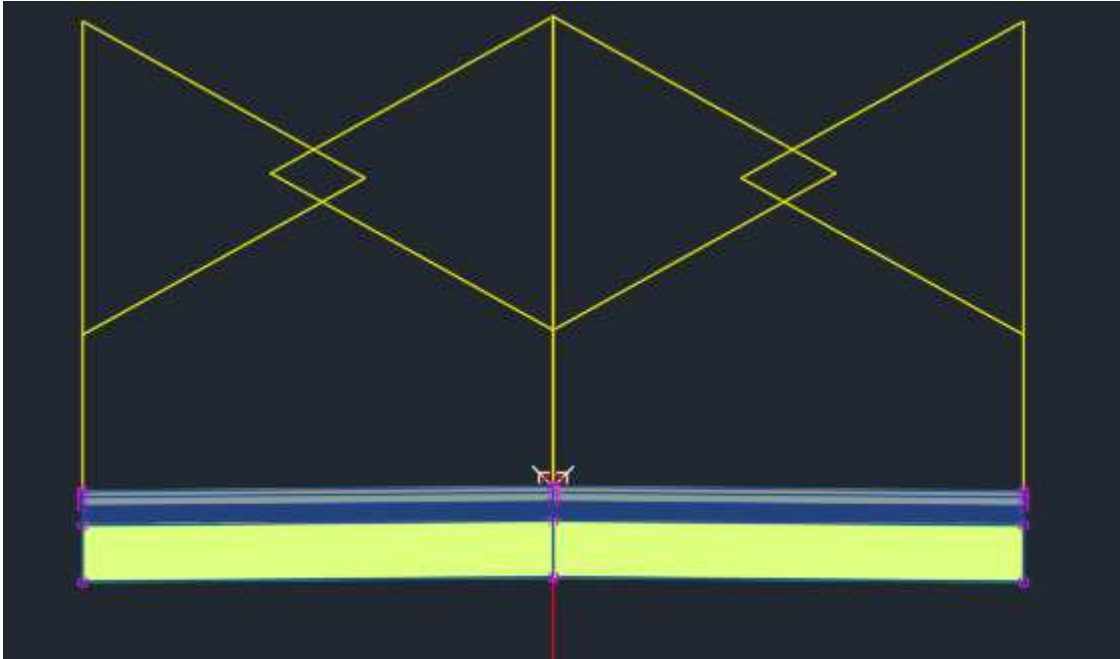


Ilustración 31. Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D, mostrando la sección transversal introducida para la CV-25, ancho carril de 2,5 metros.

De cara a una representación en tres dimensiones o creación de un modelo BIM completo, y para dar mayor precisión al modelo existente, pueden introducirse las obras de paso existentes como puentes o pasos elevados, mediante secciones específicas a tal efecto. En este caso no se acomete la elaboración de un modelo más completo por exceder del alcance de este trabajo.

9.2. Modelado del tráfico existente.

La metodología de análisis del tráfico de la CV-25 es uno de los objetivos de este TFM, para lo cual se desarrolla una recogida de datos centrada en dos aspectos:

- Toma de datos de velocidad de operación de los vehículos a motor (V85).
- Toma de datos de velocidad de operación de los ciclistas.

El conflicto entre ciclistas y vehículos en carreteras como la CV-25, con una pendiente media del 5% en adelante aparece principalmente por la diferencia de velocidades de operación de ambos grupos de vehículos. Esta diferencia de velocidad determina la interferencia entre estos grupos de vehículos y, al combinarse con otros factores concurrentes como la visibilidad disponible, la sección transversal o el tráfico circulante en sentido contrario, además de los factores inherentes al propio usuario, puede facilitar o dificultar un adelantamiento.

9.2.1. Toma de datos de velocidades de operación de vehículos a motor y de los ciclistas.

Para la toma de datos de velocidad de operación de los vehículos a motor se realizaron cuatro recorridos en el tramo objeto de estudio, en sentido ascendente y descendente, registrando la velocidad de operación en flujo libre, es decir, sin impedimentos a su circulación por otros usuarios más lentos o más rápidos.

Esta toma de datos se diseña de forma que no existan elevadas probabilidades de encontrar usuarios más lentos ni abundante tráfico en la vía, tratando de garantizar el



registro de la velocidad de operación de la vía. Tomando como base diferentes datos de la investigación realizada en el artículo “Identification of cyclist volume patterns in Spain using observations and Strava data” de Camacho et al. (2018), realizado sobre carreteras de la provincia de Valencia, se observa que los miércoles existe un menor tráfico ciclista, mientras que los martes y jueves el aumento del tráfico es generalizado en todas las carreteras objeto de dicha investigación.

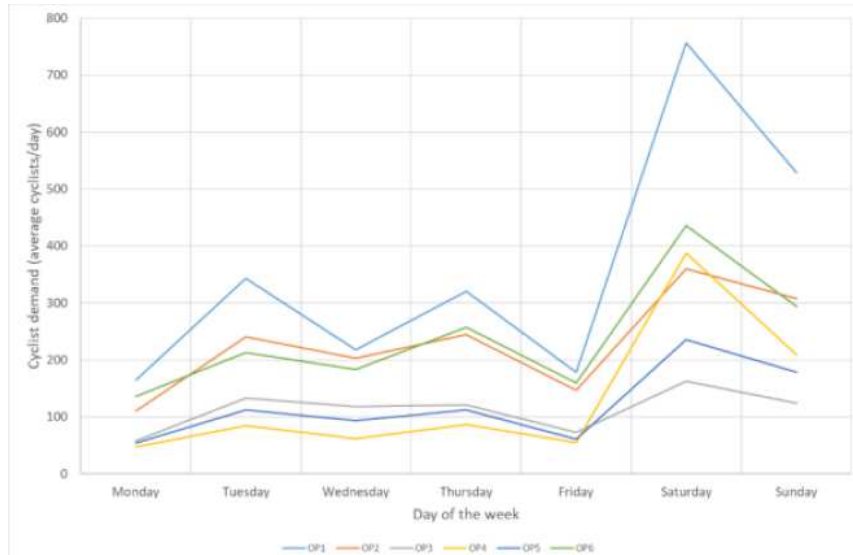


Ilustración 32. Variación de la circulación ciclista observada según días de la semana. (Identification of cyclist volum patterns in Spain using observations and Strava data. Camacho et al. 2018)

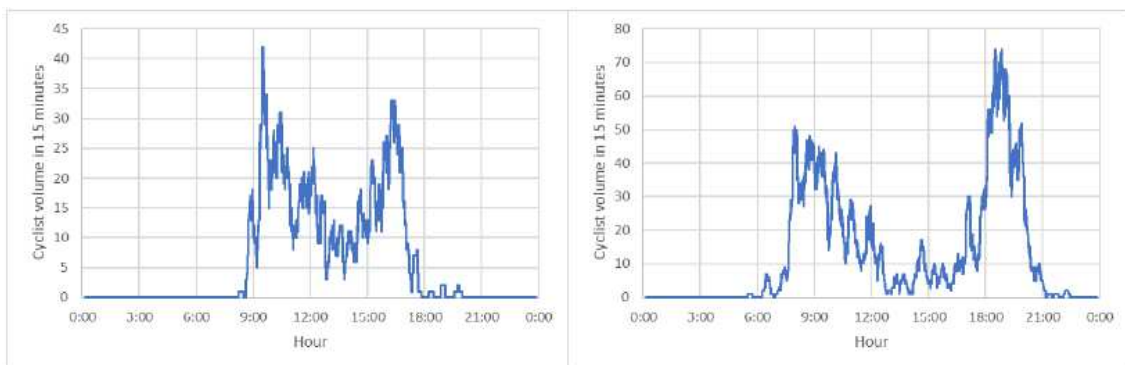


Ilustración 33. Distribución 15-minutal de ciclistas durante un día entre semana de enero (izquierda) y julio (derecha). (Identification of cyclist volume patterns in Spain using observations and Strava data. Camacho et al. 2018)

En cuanto a la hora de la toma de datos, se observa en este documento que la hora valle se produce tras el mediodía, cuando el descenso de tráfico es muy notable, especialmente pasadas las 14.00 h de la tarde, como se muestra en la figura sobre estas líneas. De esta forma, el recorrido del tramo se realiza el miércoles 12 de diciembre de 2018, entre las 14:00 h y las 15:00 h.



Ilustración 34. Imagen tomada desde el vehículo instrumentado para la toma de datos de V85.

9.2.2. Material empleado en la toma de datos de velocidad de operación de vehículos a motor y ciclista.

Parte del material empleado durante la toma de datos citada fue facilitado por el Grupo de Investigación e Ingeniería de Carreteras (GIIC). Mientras que el resto del material empleado es propiedad del autor de este TFM.

La principal herramienta de toma de velocidad es una cámara GPS modelo VIRB® Elite, de marca GARMIN®. Esta cámara permite la grabación hasta en resolución 1080p y 16 megapíxeles, y cuenta con un sensor GPS de alta sensibilidad, con acelerómetro y altímetro barométrico. En consecuencia, permite la elaboración de una grabación en vídeo del recorrido de la carretera y relacionarlo con la velocidad del vehículo que la monta en todo momento, junto con su altitud, aceleraciones laterales y la hora real.



Ilustración 35. Aspecto de la cámara VIRB® ELITE de GARMIN® s de V85 (Garmin.com, 2015)

La cámara GPS junto con los soportes, baterías y tarjetas de memoria necesarias para su funcionamiento fueron facilitadas por el Grupo de Investigación e Ingeniería de Carreteras (GIIC).



Por otra parte, la herramienta más importante para la realización del recorrido del tramo y la obtención de la velocidad de operación es el vehículo sobre el que se monta la cámara GPS. Se trata del vehículo propiedad del autor del TFM, con una cilindrada estándar dentro del parque automovilístico del país que, por tanto, se espera proporcione una respuesta cercana a la velocidad de operación de la vía:



Ilustración 36. Vehículo empleado durante el recorrido de la CV-25 para la toma de datos.

Por otra parte, y a fin de calibrar la velocidad obtenida por la cámara GPS, se dispone de la aplicación STRAVA™ durante el recorrido en coche por el tramo, la cual registra la velocidad del vehículo en todo el tramo. Esta aplicación es instalada en un teléfono inteligente quedando fijada en el salpicadero del vehículo durante el tránsito por el tramo, registrando este en su memoria.

La aplicación STRAVA™, que emplea el sensor GPS del teléfono inteligente para medir la velocidad de movimiento del mismo, permite acceder a una gran cantidad de datos de otros usuarios de la aplicación que comparten sus actividades deportivas a través de esta. De esta forma, empleando esta aplicación durante el recorrido en un vehículo a motor por el tramo objeto de estudio, es posible, de una vez, obtener también las velocidades de operación de los ciclistas que circularon en algún momento por este tramo con la aplicación STRAVA activada. En el apartado 9.2.4 se desarrolla el funcionamiento de esta aplicación.

9.2.3. Aspectos reseñables del recorrido del tramo.

Durante el recorrido del tramo en flujo libre para la obtención de la velocidad de operación hubo algunos aspectos que cabe destacar.

En primer lugar, pese a haber escogido el día y la hora de la toma de datos de forma que no existiera una IMD de vehículos y ciclistas notable, hubo que repetir el paso por el tramo en dos ocasiones. En la imagen bajo estas líneas, se muestra el adelantamiento a un ciclista que, para realizar en condiciones de seguridad, obligó a la alteración de la velocidad de flujo libre del vehículo y adaptarla al propio adelantamiento. También se dio el caso de la circulación en sentido contrario de un vehículo de superior ancho al habitual al que hubo que ceder el paso, interfiriendo también con la toma de velocidades en flujo libre y obligando al reinicio del recorrido del tramo.



Ilustración 37. Adelantamiento a un ciclista en el recorrido de ascenso del tramo para la toma de datos.

Por otra parte, dado el ancho de la vía se observa que para realizar adelantamientos en condiciones de seguridad son necesarios una visibilidad adecuada y un ancho de la sección que en prácticamente todo el tramo resulta insuficiente, en especial si se trata de adelantar a un vehículo a motor, en cuyo caso la maniobra es más compleja.

Otro aspecto reseñable durante la toma de datos en el tramo es la existencia de señalización específica acerca de la presencia de ciclistas en el mismo. Al inicio del tramo, donde existe una sección específica para la circulación de ciclistas, ya existe advertencia de la presencia abundante de ciclistas en el tramo y de la necesidad de guardar la distancia reglamentaria de 1,5 metros durante el adelantamiento.



Ilustración 38. Señalización de advertencia sobre la circulación de ciclistas en el tramo. P.K. 7+025.

9.2.4. STRAVA™

Dado que se pretende establecer una metodología de caracterización y análisis de carreteras convencionales con un notable tráfico de ciclistas, puede resultar útil el empleo de alguna plataforma que los propios ciclistas utilicen para guardar sus registros.

En aquellas carreteras donde la práctica del ciclismo presenta un carácter lúdico o deportivo, es frecuente que los ciclistas empleen teléfonos móviles, relojes inteligentes



u otros aparatos tecnológicos al alcance para registrar sus salidas a la carretera. De esta forma, plataformas como Runtastic, Strava o Ciclogreen, almacenan a diario miles de variables de ciclistas anónimos que con uno de estos dispositivos guarda sus progresos en la práctica de este deporte.



Ilustración 39. Logo de la plataforma STRAVA™, empleada para la obtención de datos del tráfico ciclista.

De entre las aplicaciones citadas y otras muchas existentes para el registro de actividades deportivas, STRAVA™ es la más empleada entre los ciclistas, siendo la que más usuarios activos presenta dentro de este deporte. Además, su componente social y con diferentes clasificaciones y retos actúan como un incentivo para que usuarios de todos los niveles continúen en su registro de actividades.

Una de las herramientas que son de utilidad para este trabajo son los segmentos. El uso de esta herramienta consiste en la creación de tramos dentro de la ruta registrada definidos bajo criterio del propio usuario, haciéndolo coincidir con un ascenso prolongado, una bajada rápida o algún lugar conocido donde el usuario puede tratar de establecer récords personales. Estos segmentos, en su vertiente pública, permiten la comparación con el resto de usuarios que también los han realizado, obteniéndose clasificaciones por velocidad media, edad, y varios parámetros más, estableciéndose clasificaciones para cada segmento público creado.

Tablas de posiciones

Global		MI POSICIÓN ACTUAL	MI MEJOR TIEMPO	Todos los tiempos ▾			Todo ▾
Este año		- / 32	-				
Mis resultados							
Personas que sigo							
STRAVA SUMMIT							
Grupo por edades							
25 a 34							
Ver todo							
Por clase de peso							
Ver todo							
Clasificación	Nombre	Fecha	Velocidad	RC	Potencia	AVM	Tiempo
1	David GASION BIKE	16 may. 2015	14,2km/h	-	246W	-	5:12
2	G. B.	19 ago. 2019	14,0km/h	171ppm	275W	-	5:16
3	Javier Galve	31 mar. 2017	13,1km/h	-	230W	-	5:39
4	Raul Molina NOLOBIKER TEAM	10 may. 2015	12,7km/h	175ppm	191W	-	5:50
5	Angel Agraz Perez	27 ago. 2019	12,2km/h	-	102W	-	6:04

Ilustración 40. Clasificaciones posibles en cada segmento en STRAVA™, según edad, fecha, amigos en la aplicación, peso, etcétera. STRAVA™, 2019.

En base a estos segmentos se ha dividido el tramo objeto de estudio, a fin de captar los mayores usuarios posibles que, dentro de STRAVA™, han registrado sus recorridos dentro del tramo. De esta forma, se han introducido en un nuevo usuario de STRAVA™ los segmentos necesarios tras el recorrido realizado en ambos sentidos.

Son varios los criterios de definición de los segmentos según STRAVA™:

- La longitud debe ser superior a los 150 metros.
- No deben existir desvíos posibles dentro del segmento
- Las características del segmento deben ser lo más homogéneas posible, tanto en sección transversal como en pendiente, tipo de firme, visibilidad o tipo de vía y accesos existentes.



- Es necesario, además, realizar la comprobación previa de que existen ciclistas suficientes en el segmento creado, a fin de obtener un espectro de velocidades representativo del tráfico existente.

Como los segmentos existentes en STRAVA™ no cubren la totalidad de la CV-25, en aquellos puntos sin datos se extiende uno de los dos segmentos colindantes, a fin de disponer de datos de velocidad de los ciclistas en todos los puntos. Por este motivo, los puntos kilométricos de inicio y fin de los segmentos establecidos en este documento y los disponibles en STRAVA™ no coinciden en algunos casos.

El criterio para extender uno u otro segmento se basa, de forma conservadora, en aplicar sobre los tramos sin segmento en STRAVA™ la menor velocidad obtenida a partir de los dos segmentos colindantes.

Para el tramo objeto de estudio se han creado, finalmente, los segmentos indicados en la Tabla 2 bajo mostrada próximamente.

A partir de estos segmentos, una vez realizado el recorrido del tramo en ambos sentidos, es posible visualizar la clasificación virtual que STRAVA™ genera para cada uno de ellos. Esta clasificación virtual contiene diferentes parámetros de cada usuario, pudiendo ordenarla por cada uno de ellos. En el caso del tráfico ciclista, el parámetro más relevante es su velocidad media.

De forma bastante manual y rudimentaria y siempre a través de la web de STRAVA™, es posible obtener percentiles de velocidad a partir de la clasificación de cada segmento ordenada por velocidades medias, obteniendo así suficiente información para caracterizar la velocidad de los ciclistas dentro de cada segmento, con una tabla como la definida bajo estas líneas:

V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
27.6 km/h	25.5 km/h	22.6 km/h	21.6 km/h	20.6 km/h	17.5 km/h	14.5 km/h

Tabla 2. Ejemplo de datos de velocidad en un segmento por percentiles según STRAVA™

Con lo indicado, ha sido posible obtener percentiles de velocidad media dentro de cada segmento que compone el tramo objeto de estudio, y todo ello sin realizar mediciones *in situ* de la velocidad de los ciclistas, lo cual agiliza notablemente el proceso de análisis.

Para iniciar el análisis de los datos y realizar una propuesta de soluciones, es necesario previamente acometer el cruce de los datos de velocidades de vehículos a motor y de ciclistas, a fin de determinar el número de adelantamientos que, según la dispersión de velocidades entre ambos grupos de usuarios, son necesarios para su circulación.

Parece obvio que, en los segmentos determinados en sentido de ida, donde la pendiente es ascendente, el número de adelantamientos de los vehículos a motor a los ciclistas será mayor, por la menor velocidad de estos en tramos ascendentes. Por el contrario, en sentido descendente la velocidad de los ciclistas no es tan reducida y su interferencia en los vehículos a motor es menor, reduciéndose el número de adelantamientos necesarios para la circulación de los vehículos a motor.

El recorrido del tramo se ha dividido en diferentes segmentos a través de la aplicación online de STRAVA™ según los criterios anteriormente citados, tratando de definirlos sin solapes entre ellos ni dejando tramos sin segmento, aunque eso no siempre es posible, ya que se trata de hacerlos coincidir con segmentos ya existentes y con volumen de datos suficiente.



En cuanto al recorrido en sentido ida, finalmente resultan 5 segmentos con suficiente volumen de datos y características aproximadamente homogéneas. Existe un solape entre los segmentos segundo y tercero y el cuarto y el quinto. Además, un pequeño tramo no presenta segmento con registros suficientes, no suponiendo esto un inconveniente importante para la validación del resultado. Bajo estas líneas se muestra la división del recorrido total en segmentos, tanto en planta como en un perfil del mismo.

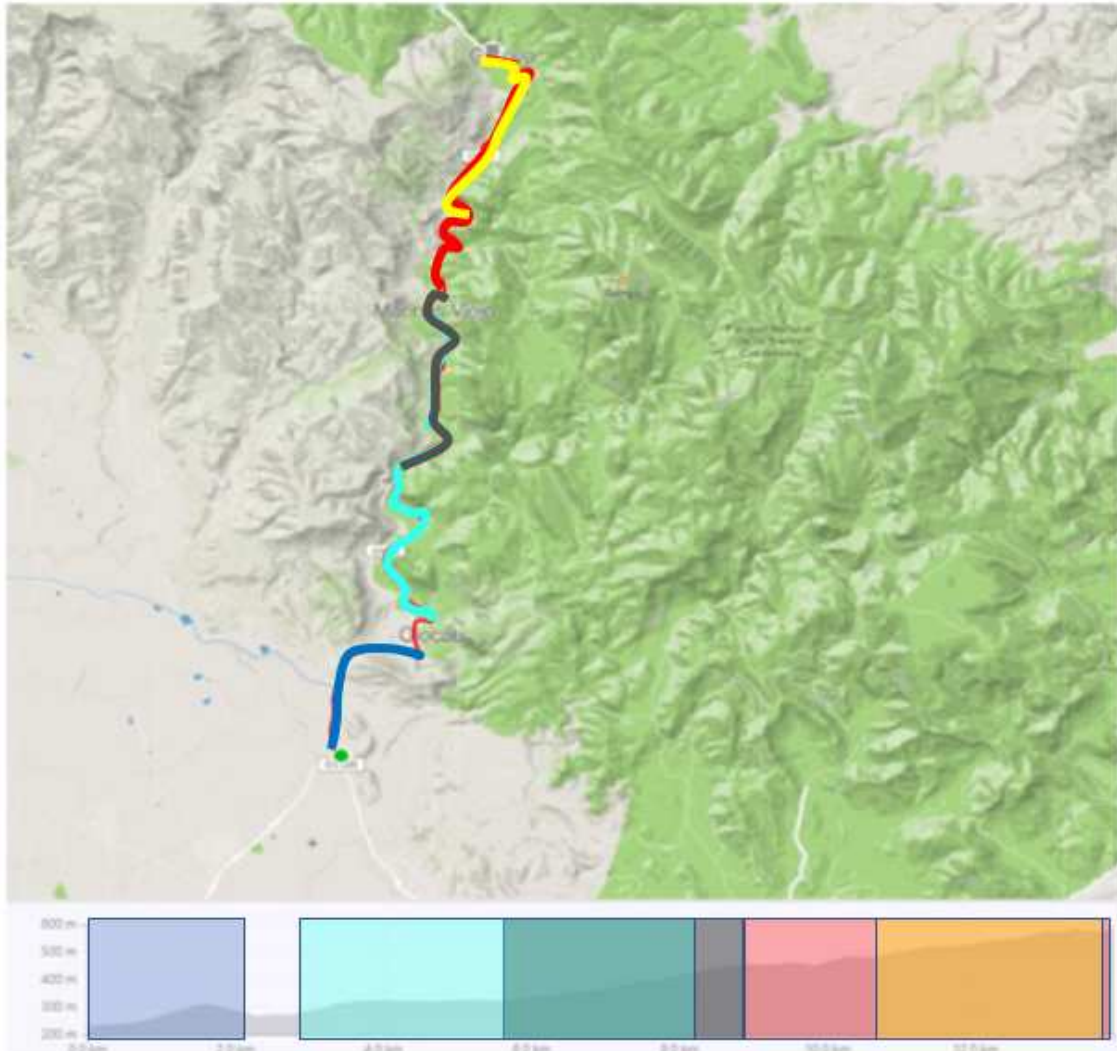


Ilustración 41. División del recorrido en sentido ida.

Los segmentos empleados para el análisis del recorrido en sentido ida presentan las características que se muestran en los siguientes subapartados. Los puntos kilométricos que se muestran como inicio y fin están tomados en base al criterio mencionado de menor velocidad, a fin de cubrir la totalidad de la CV-25 con datos de STRAVA™.

10. Análisis de los datos.

Como se ha indicado, existe una pendiente longitudinal en la vía que incide directamente en el comportamiento del tráfico, especialmente en el ciclista. Por esto, se analizarán independientemente los recorridos en sentido creciente de PP.KK. o “ida” y en sentido decreciente de PP.KK. o “vuelta”.



En base a los segmentos indicados en la Ilustración 41, se muestran en diferentes subapartados las características de cada uno y los datos que lo caracterizan, obtenidos a través de STRAVA™. Posteriormente se realiza un análisis para comprobar las dispersiones de velocidad y enfocar las posibles medidas a aplicar para la mejora de la seguridad vial.

10.1. Análisis de los datos en sentido ida.

10.1.1. Segmento 1 ida “Puntals-Olocau +50 m”. P.K. 6+930 a 9+200.

Este segmento, según los datos de STRAVA™ tiene una longitud de 2.25 km, con un desnivel de 67 metros. Su sección transversal es la más singular de todo el recorrido, pues presenta una división física entre la calzada para los vehículos a motor y una vía auxiliar que puede ser utilizada por ciclistas, aunque no está señalizada a tal efecto.

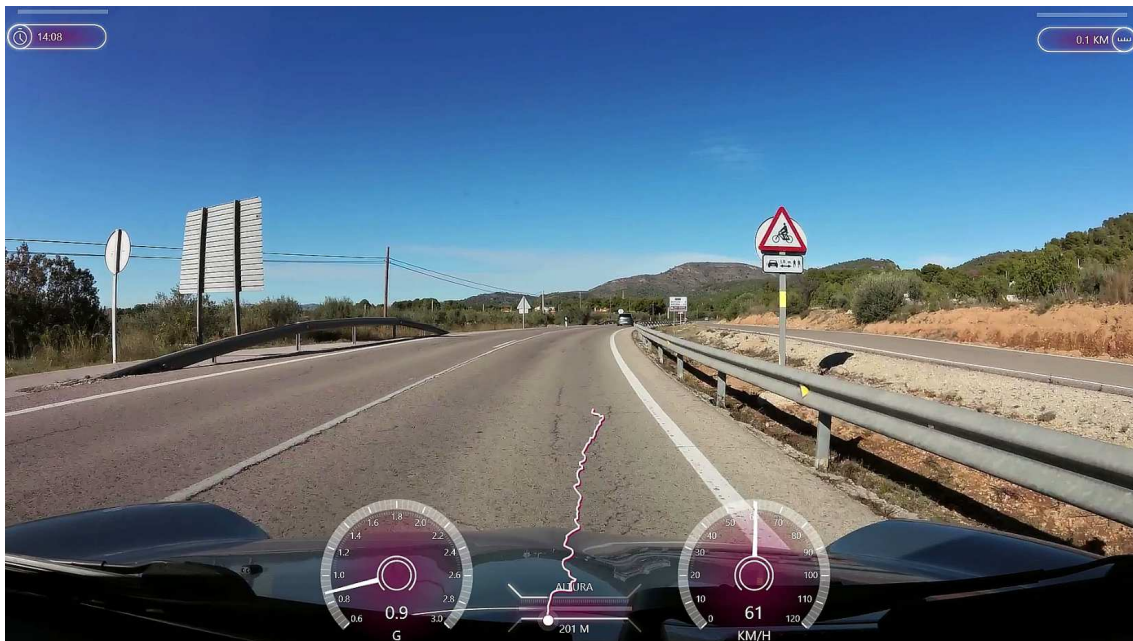


Ilustración 42. Inicio del tramo “Puntals-Olocau +50m” en sentido ida. P.K. 7+025

En la imagen anterior se aprecia la señal de advertencia de ciclistas en la calzada. La vía auxiliar paralela también está señalizada, con señalización horizontal a tal efecto, como utilizable por ciclistas y por vehículos a motor, y su ancho es menor. Los carriles de la vía principal presentan un ancho de 3.3 metros, con un arcén de 0.6 metros, formando prácticamente una sección 6.5/8, con barrera de seguridad continua en el margen derecho desde el inicio del tramo en el P.K. 6+933 de la CV-25 hasta el P.K. 7+845, donde el corredor de la vía se estrecha y la vía auxiliar pasa a estar adosada a la principal y separada con bordillo e hitos H-75 cada 20 metros, aproximadamente:



Ilustración 43. CV-25 en P.K. 7+845. Vía auxiliar adosada a vía principal.

En este punto la señalización horizontal sí que está indicada exclusivamente para ciclistas, dado el menor ancho de la vía auxiliar en este punto. Se observa que, en caso de que un ciclista circulante por la vía principal desee pasar a circular por la vía accesoria en este punto donde la sección cambia no existe posibilidad de hacerlo, debiendo detenerse y realizar el salto del bordillo existente. Una posible medida a implantar, como se indica posteriormente en este documento, puede ser la habilitación de un acceso puntual a la vía auxiliar protegida en este punto, donde aparecen los primeros hitos H-75, además de reforzar la señalización existente, tanto la vertical como la horizontal. Puede definirse esta mejora de señalización mediante la instalación de una señal P-22 de advertencia de la presencia ciclista y el repintado del pictograma de vía ciclista, el cual aparece bastante desgastado en algún caso.

En los PP.KK. 8+610 y 8+890 existen sendos accesos por el margen derecho caminos rurales que se realizan sobre la vía auxiliar, con el riesgo de conflicto con los ciclistas que circulan en paralelo por esta vía. De nuevo, parece necesaria una actuación en forma de mejora de la señalización existente, para recalcar la presencia ciclista en la vía auxiliar, especialmente en el momento de invadirla para realizar el giro. Se aprecia que la señalización horizontal con el pictograma del ciclista precisa un repintado.

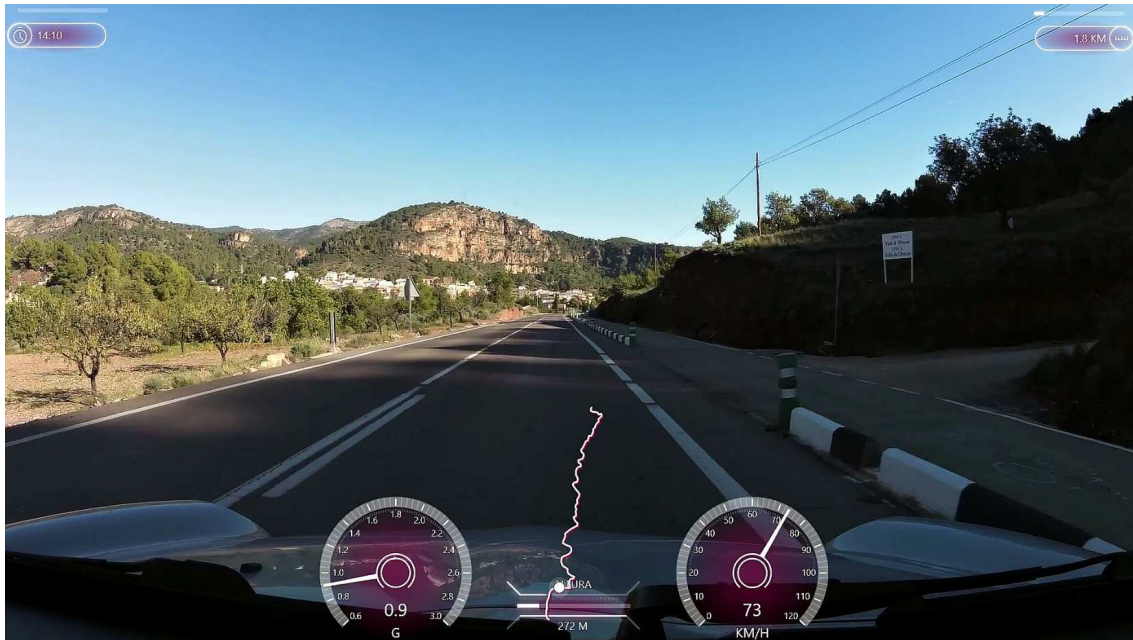


Ilustración 44. CV-25 en P.K. 8+610. Acceso a camino rural sobre la vía auxiliar adosada a vía principal.

Finalmente, en el P.K. 9+200 finaliza el segmento en la glorieta que da entrada al municipio de Olocau y permite continuar por la CV-25. En este punto, la vía auxiliar adosada al margen derecho de la carretera finaliza su trazado, para iniciar otro tramo por el lado izquierdo. Se señala la presencia ciclista mediante señalización horizontal, mientras que en la vía auxiliar se define sobre el pavimento una señal de STOP. La señalización existente se aprecia incoherente.

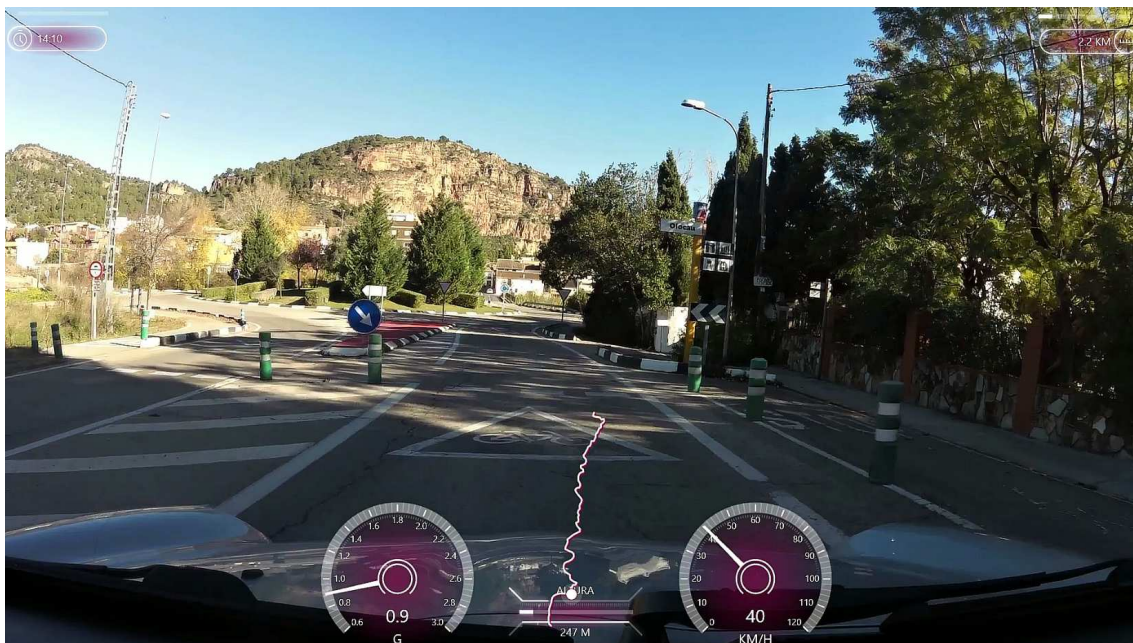


Ilustración 45. CV-25 en P.K. 9+200. Final del segmento "Puntals-Olocau +50m" en la glorieta de entrada al municipio de Olocau.



Ilustración 46. Aspecto del segmento “Puntals-Olocau +50m” en el visor de STRAVA™.

A fecha de redacción de este documento existen 9440 registros sobre este segmento, de los cuales se ha extraído su distribución de velocidades, caracterizando así el comportamiento de los ciclistas únicamente dentro de la longitud de cada segmento establecido.

Como se indica al inicio de este apartado, STRAVA™ permite establecer clasificaciones distintas, según pesos, edades, fechas de paso por el segmento... En el caso de estudio se ha tratado de obtener el histórico de registros, recopilando la mayor cantidad de datos posible para obtener percentiles de velocidad con el menor sesgo posible.

Tablas de posiciones

Todos los tiempos		Global						
Este año	MI POSICIÓN ACTUAL	MI MEJOR TIEMPO		Todos los tiempos ▾			Todo ▾	
Mis resultados	- / 9440	-						
Personas que sigo	Clasificación	Nombre	Fecha	Velocidad	RC	Potencia	AVM	Tiempo
STRAVA SUMMIT		Vicente Marco	29 oct. 2017	35,2km/h	151ppm	359W	-	3:50
Grupo por edades	2	George Smith Good	29 oct. 2017	35,1km/h	182ppm	337W	-	3:51
25 a 34	3	Victor Langellotti	8 sept. 2017	34,9km/h	166ppm	260W	-	3:52
Ver todo	3	Alvaro Chorques	14 abr. 2019	34,9km/h	176ppm	636W	-	3:52
Por clase de peso	5	Jose F Aznar	14 abr. 2019	34,8km/h	187ppm	406W	-	3:53
Ver todo								

Ilustración 47. Clasificación general del segmento “Puntals-Olocau +50m” en STRAVA™.

Con esta cantidad de datos, STRAVA™ no prevé su tratamiento conjunto como base de datos, sino que únicamente permite su consulta individual. Por esto, para extraer los percentiles de la distribución de velocidades ha sido necesario realizar un proceso manual, ordenando la clasificación por velocidades y extrayendo el valor de cada posición que conforma cada percentil.



Para el segmento 1 “Puntals-Olocau +50 m” los percentiles de velocidad, en km/h, extraídos se muestran en la tabla siguiente:

V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
27.6	25.5	22.6	21.6	20.6	17.5	14.5

Tabla 3. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Puntals-Olocau +50m” en STRAVA™.

10.1.2. Segmento 2 ida “Olocau-Marines Viejo”. P.K. 9+200 a 12+600.

El segundo segmento definido en el recorrido en sentido ida tiene una longitud de 5.43 km, con una diferencia de altitud de 140 metros, y una pendiente media del 3%. La sección transversal toma una dimensión ya característica del resto del recorrido, con un ancho aproximado de 5.5 metros y sin líneas de separación de carriles, salvo el en abocinamiento en la salida de la glorieta. El segmento toma su inicio en el P.K. 9+735, en la salida de la tercera glorieta existente para abandonar el municipio de Olocau.

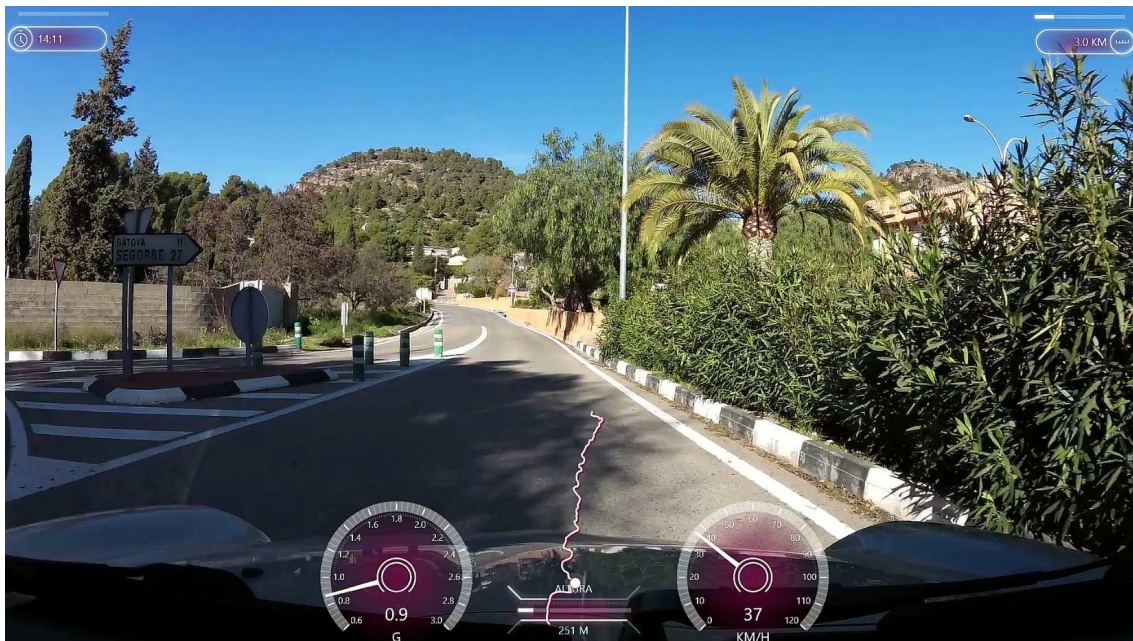


Ilustración 48. CV-25 en P.K. 9+735. Inicio del segmento “Olocau-Marines Viejo” en la glorieta de salida del municipio de Olocau.

El tramo prosigue en un tramo de pendiente ascendente relativamente constante hasta dejar atrás las diferentes viviendas aisladas del municipio de Olocau. El recorrido presenta zonas de curvas sin visibilidad y adosado en su margen derecho al Parque Natural de la Sierra Calderona, cuyo límite por el oeste coincide con la CV-25.

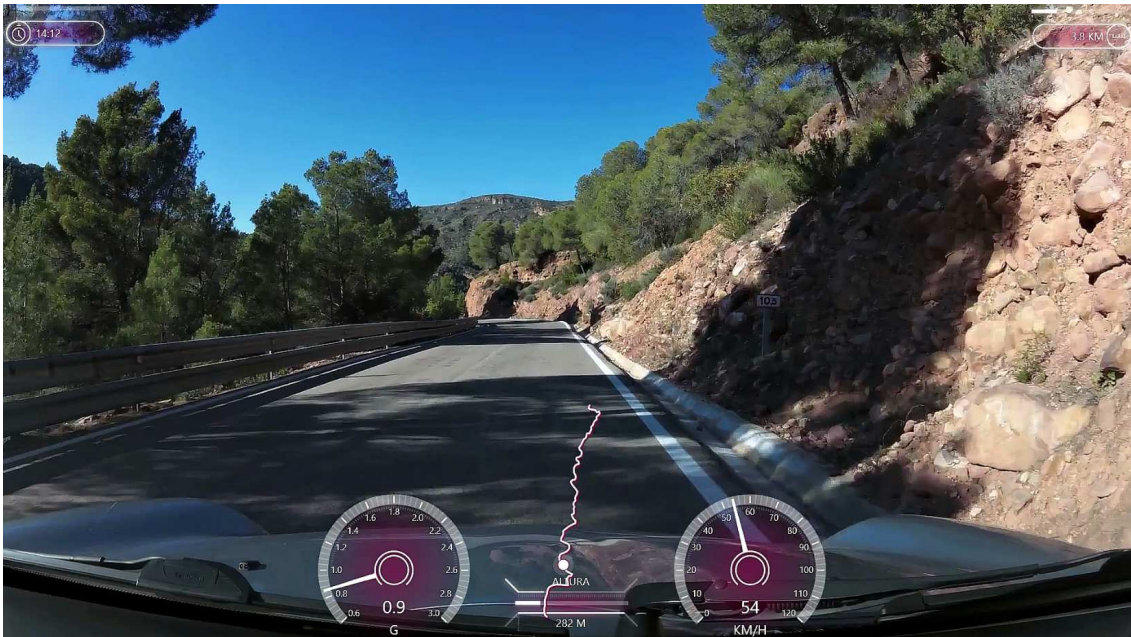


Ilustración 49. CV-25 en P.K. 10+500. Recorrido "Olocau-Marines Viejo" en sentido ida.

El recorrido continúa ascendiendo hasta el P.K. 15+135 de la CV-25, justo antes de la entrada al municipio de Marines Viejo. En este punto, además de una limitación de velocidad existe un cambio evidente del estado del pavimento, el cual exige un cambio de segmento.

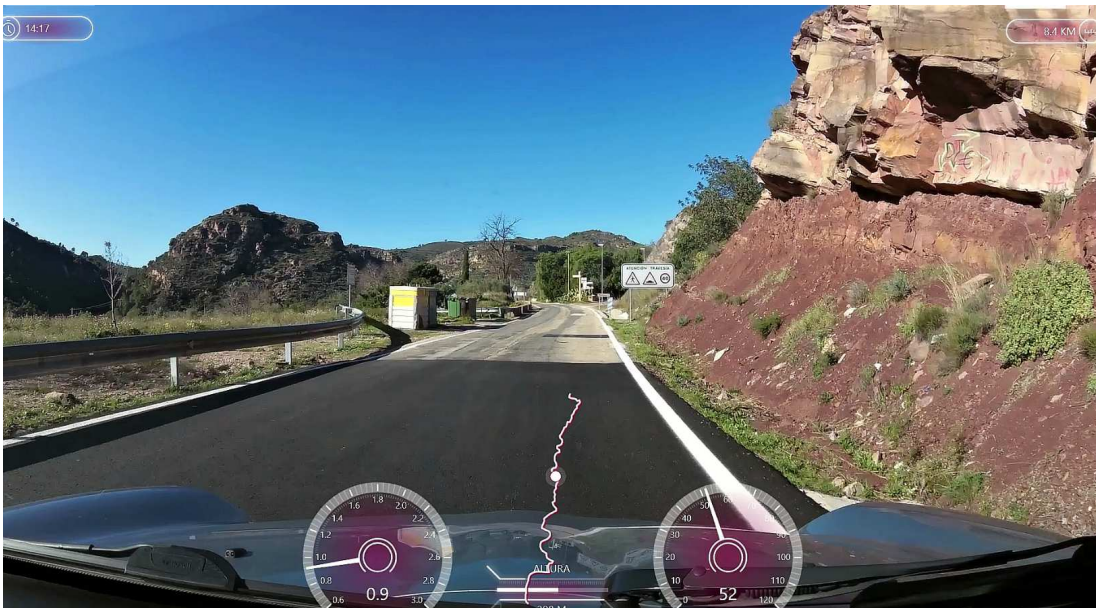


Ilustración 50. CV-25 en P.K. 15+135. Final del segmento "Olocau-Marines Viejo" en sentido ida.

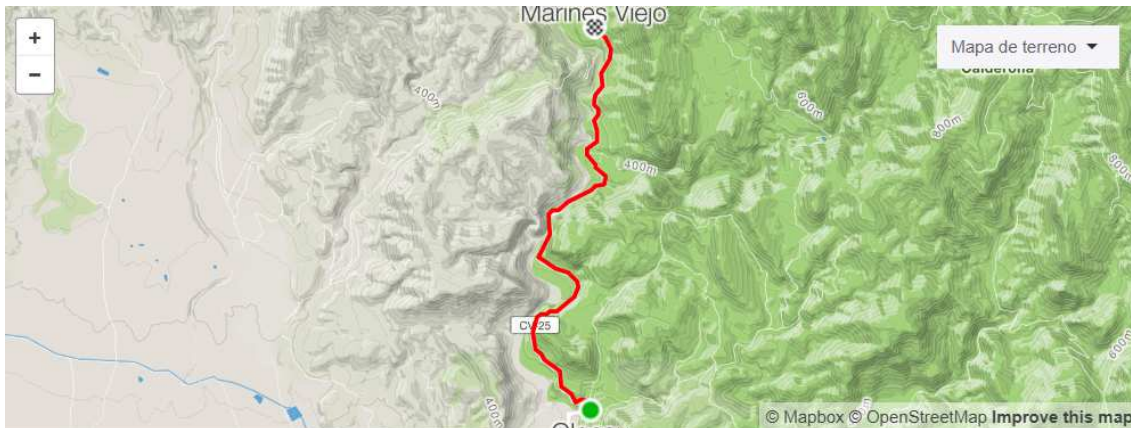


Ilustración 51. Aspecto del segmento “Olocau-Marines Viejo” en el visor de STRAVA™.

A fecha de redacción de este documento existen 8725 registros sobre este segmento. De la misma forma que en el segmento anterior, se han extraído los percentiles de velocidad siguientes, en km/h:

V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
28.3	25.5	22.1	21	20.1	17.1	14.8

Tabla 4. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Olocau-Marines Viejo” en STRAVA™.

10.1.3. Segmento 3 ida “Calle Purísima 6 - Climb”. P.K. 12+600 a 15+490. Este segmento coincide con la segunda parte del segmento anterior, en la parte más pendiente de este. De esta forma, este segmento recoge de forma más precisa los percentiles de velocidad en la fase de ascenso, con pendientes absolutas cercanas al máximo de todo el recorrido. Parece esperable que las velocidades que los ciclistas adquieren en este tramo serán más lentas respecto del segmento anterior, el cual incluye la primera parte más plana y, por tanto, más rápida.

Bajo este argumento, las velocidades desarrolladas en el segmento “Olocau-Marines Viejo” se asignan a la primera parte de este, quedando algo infravaloradas, del lado de la seguridad, pues ello aumenta la dispersión de velocidades y las interferencias con los vehículos a motor.

Por otra parte, en el tercer segmento “Calle Purísima 6 – Climb” se obtienen velocidades que, por la menor longitud del segmento y por ajustarse al tramo ascendente, resultan más realistas y ajustan la dispersión de velocidades también de forma más precisa.



De esta forma, este segmento presenta una longitud de 3.45 km, con una diferencia de altitud de 126 metros y una pendiente media del 4%. La sección transversal de la vía es idéntica a la observada en el segmento anterior. En este caso el punto kilométrico de inicio del segmento es el 12+600, próximo al cartel indicativo de inicio del término municipal de Marines, mientras que el punto final del recorrido coincide con el P.K. 15+490, justo tras abandonar el municipio de Marines Viejo.

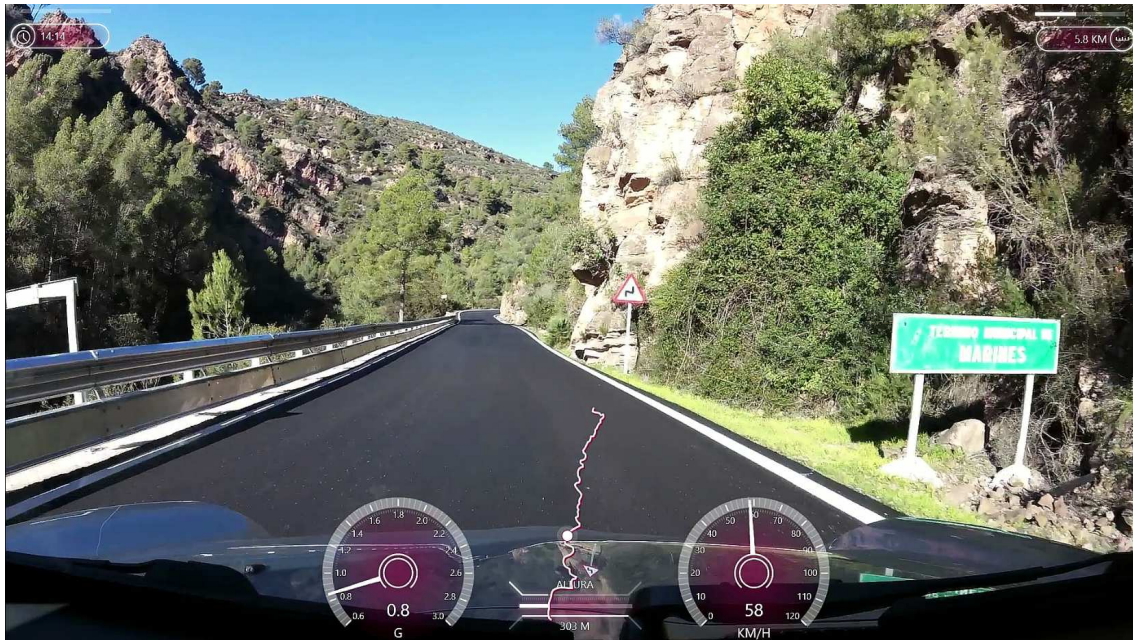


Ilustración 52. CV-25 en P.K. 12+600. Recorrido “Calle Purísima 6 - Climb” en sentido ida. Inicio del tramo a la entrada del T.M. de Marines.



Ilustración 53. CV-25 en P.K. 15+490. Recorrido “Calle Purísima 6 - Climb” en sentido ida. Final del tramo a la salida del municipio de Marines.



Ilustración 54. Aspecto del segmento “Calle Purísima 6 - Climb” en el visor de STRAVA™.

En el momento de redacción de este documento se encuentran 8677 recorridos registrados en este segmento, cuyos percentiles de velocidad se muestran a continuación:

V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
26.3	23.6	20.2	19.2	18.3	15.5	13.2

Tabla 5. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Calle Purísima 6 – Climb” en STRAVA™.

10.1.4. Segmento 4 ida “Marines - Gátova”. P.K. 15+490 a P.K. 17+550.

Este segmento une los municipios de Marín Viejo y Gátova. Se trata del segmento d recorrido en sentido ida del tramo objeto de estudio. De igual forma que con el segmento 2 “Olocau – Marín Viejo”, existe un tramo interior a este segmento que presenta una mayor pendiente, por lo que se toma un quinto segmento adicional de longitud más reducida para obtener los percentiles de velocidad de este.

Este segmento tiene una longitud de 5.38 km, con un desnivel de 150 metros y un 2.7% de pendiente aunque, como se aprecia en el perfil longitudinal presentado más adelante, aparecen pendientes locales notablemente acentuadas. El firme de este segmento es diferente al existente en los segmentos anteriores, pues no está reparado, teniendo esto una notable influencia en la circulación ciclista y de vehículos a motor.



Ilustración 55. CV-25 en P.K. 15+650. Imagen del recorrido “Marines-Gátova” en sentido ida. Inicio del tramo a la salida del municipio de Marines Viejo.



Ilustración 56. CV-25 en P.K. 20+550. Recorrido “Marines-Gátova” en sentido ida. Final del tramo en el semáforo del puente de Gátova.



Distancia 5,38km 3% Grado promedio Menor altitud 422m Mayor altitud 573m Diferencia de altitud 150m 61.014 intentos de 8.254 personas

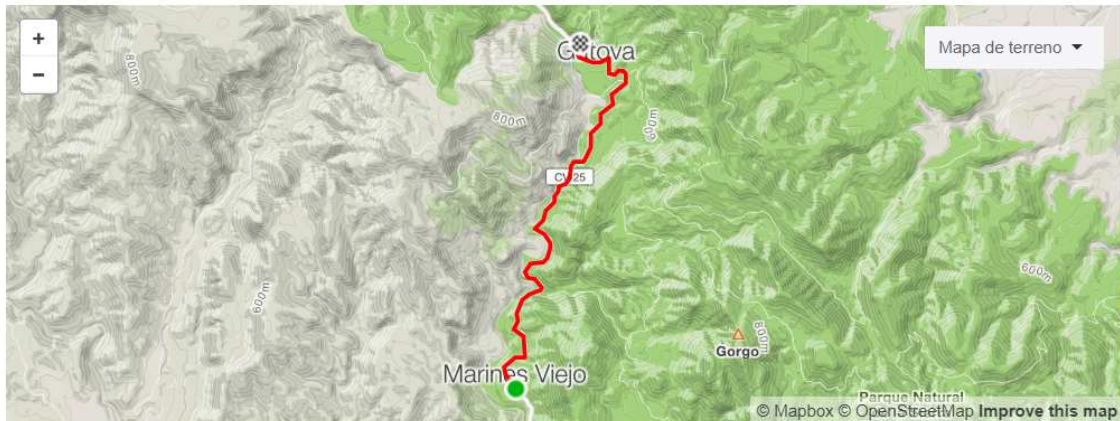


Ilustración 57. Aspecto del segmento “Marines Gátova” en el visor de STRAVA™.

A fecha de redacción de este Trabajo Final de Máster existen 8405 registros de recorridos ciclistas en este segmento. Se han extraído los percentiles de velocidad siguientes, en km/h:

V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
27.2	24.7	21.3	20.3	19.2	16.2	13.7

Tabla 6. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Marines-Gátova” en STRAVA™.

10.1.5. Segmento 5 ida “Calle de Calvario, 13 – Climb”. P.K. 17+550 a P.K. 20+580.

Este segmento trata de representar con mayor precisión la parte con mayor pendiente del segmento anterior, por lo que se encuentra inscrito en él. Tiene su inicio en el P.K. 17+550 y finaliza en el punto final del tramo objeto de estudio, coincidiendo en el P.K. 20+580 de la CV-25.

Este segmento tiene una longitud de 2.12 km, con una diferencia de altitud de 87 metros, lo que proporciona una pendiente media del 4.1%, aunque según datos de STRAVA™ existen puntos donde la pendiente local es superior al 8%, otorgándole además la categoría de “ascenso de categoría 4”. El inicio del segmento se sitúa en un prolongado ascenso del 7% a media ladera y con reparación local del firme, para después continuar ascendiendo en pendientes más leves y firme más deteriorado. Finalmente la sección se ensancha en la entrada a Gátova,



Ilustración 58. CV-25 en P.K. 17+550. Recorrido “Calle del Calvario, 13 – Climb” en sentido ida. Inicio del tramo en ascenso a media ladera.

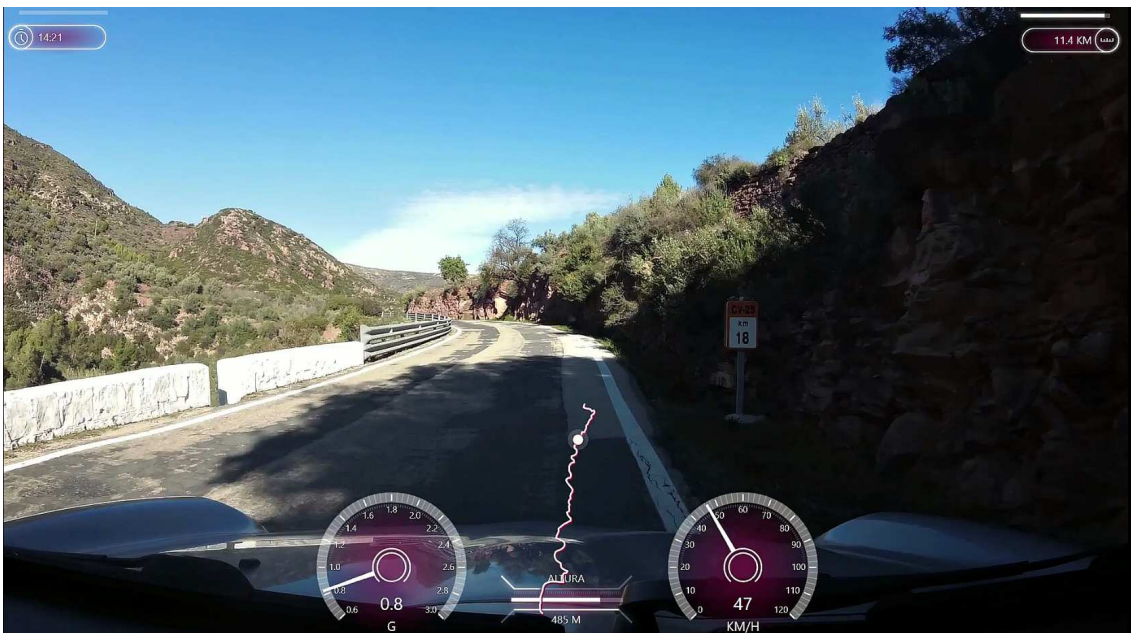


Ilustración 59. CV-25 en P.K. 18+000. Recorrido “Calle del Calvario, 13 – Climb” en sentido ida.



Ilustración 60. CV-25 en P.K. 19+850. Recorrido “Calle del Calvario, 13 – Climb” en sentido ida. Entrada al municipio de Gátova, metros antes del final del recorrido.

Distancia	Grado promedio	Menor altitud	Mayor altitud	Diferencia de altitud	Categoría de subida
2,12km	4%	459m	546m	87m	4
63.700 intentos de 8.702 personas					

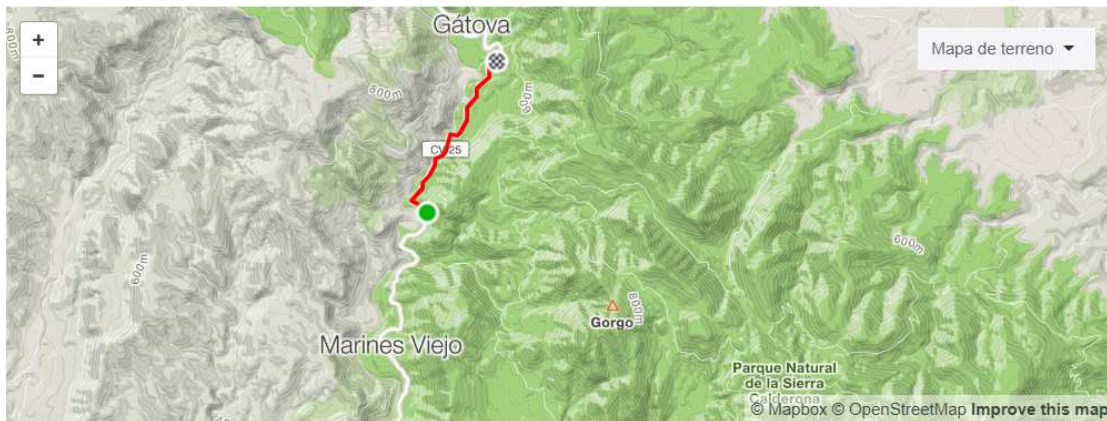


Ilustración 61. Aspecto del segmento “Calle del Calvario, 13 - Climb” en el visor de STRAVA™.

A fecha de redacción de este documento existen 8714 registros sobre el segmento. Los percentiles de velocidad, en km/h, extraídos son los siguientes:



V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
24.5	22.2	18.9	18	17	13.5	12.4

Tabla 7. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento "Calle del Calvario, 13 - Climb" en STRAVA™.

10.2. Análisis de los datos en sentido vuelta.

El recorrido en sentido vuelta, por su parte, se divide en segmentos distintos, dado el diferente comportamiento de los vehículos a motor y ciclistas a causa de la pendiente en sentido contrario. A continuación se muestra la división propuesta.

Del mismo modo que en sentido ida, los puntos kilométricos mostrados son resultado de observar los segmentos disponibles STRAVA™ y, dado que estos no cubren la totalidad de la CV-25 en el tramo de estudio, la extensión de estos sobre aquellos puntos sin tramo de STRAVA, a fin de asignar datos de velocidad media ciclista a todo el tramo.

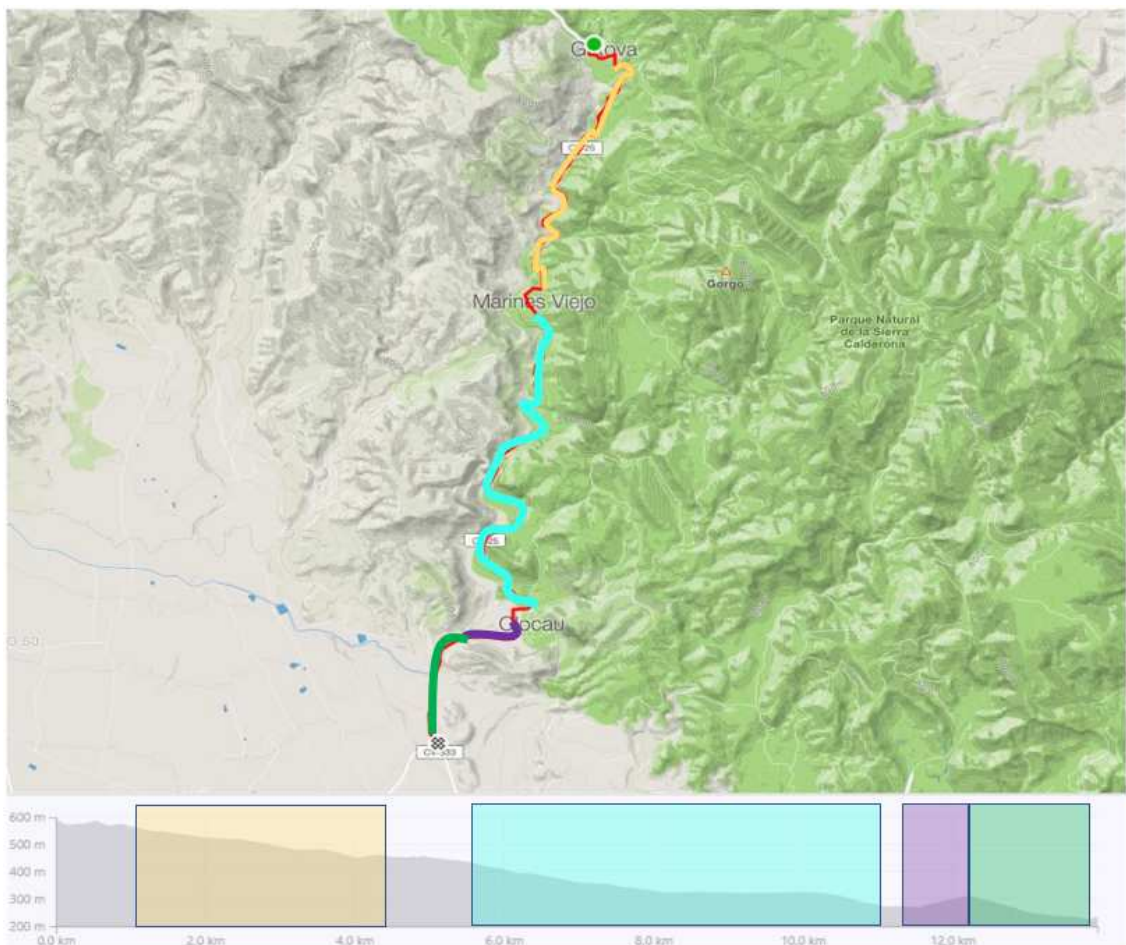


Ilustración 62. División del recorrido en sentido vuelta.

10.2.1. Segmento 1 vuelta "Gátova a Marines Viejo". P.K. 20+580 a 15+350

Este recorrido en sentido vuelta toma inicio en el P.K. 20+580 de la CV-25, a la salida del municipio de Gátova, con un descenso prolongado donde se espera una menor dispersión de velocidades entre vehículos a motor y ciclistas, resultando en un menor número de interacciones en este sentido. Se han mantenido los criterios de formación de segmentos para el caso del sentido de vuelta, si bien existe un menor número de segmentos válidos, probablemente por el mayor interés de los usuarios de STRAVA™



en generar registros en ascensos que en descensos, por la tendencia de los usuarios a recorrer esta carretera en un sentido predominantemente sobre el otro u otros factores.

La longitud de este segmento en STRAVA™ es de 3.95 km, con una diferencia de altitud de 130 metros, resultando en una pendiente media de 3.2% en descenso. El final del segmento se sitúa en el P.K. 15+350.



Ilustración 63. CV-25 en P.K. 19+850. Recorrido "Gátova a Marines Viejo" en sentido vuelta. Salida del municipio de Gátova.



Ilustración 64. CV-25 en P.K. 15+500. Recorrido "Gátova a Marines Viejo" en sentido vuelta. Entrada a Marines Viejo.



Distancia Grado promedio Menor altitud Mayor altitud Diferencia de altitud 45.318 intentos de 7.609 personas
3,95km -3% 439m 569m 130m

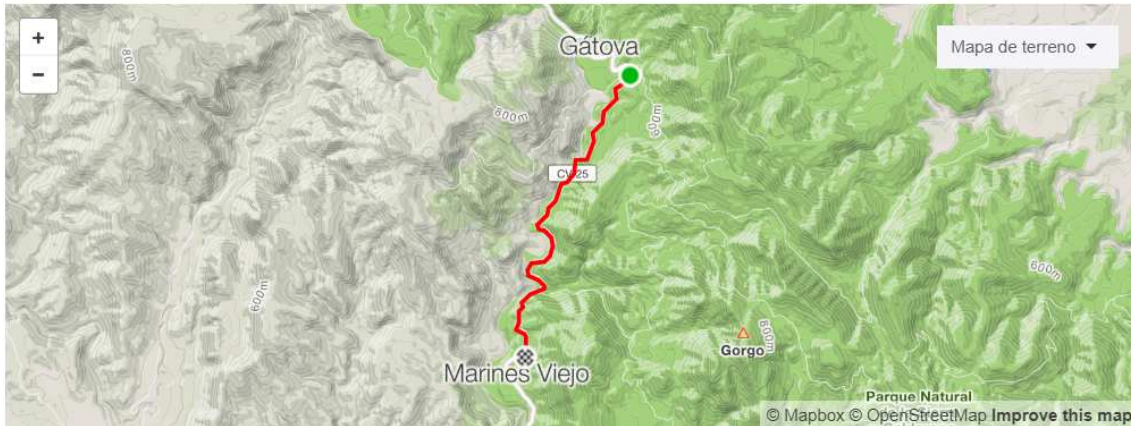


Ilustración 65. Aspecto del segmento “Gátova a Marines Viejo” en el visor de STRAVA™.

Para la extracción de los percentiles de velocidad durante la redacción de este documento se dispone de 7715 registros sobre este segmento, cuyos percentiles de velocidad se muestran a continuación:

V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
46.1	43.8	40.5	39.3	38.2	34.3	30.7

Tabla 8. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Gátova a Marines Viejo” en STRAVA™.

10.2.2. Segmento 2 vuelta “Marines Viejo - Olocau”. P.K. 15+350 a 9+630. De la misma forma que en sentido ida, se han empleado los datos del segmento que une los municipios de Marines Viejo y Olocau, siguiendo los mismos criterios para definir un segmento.

Este segmento cuenta con una longitud de 5.34 km, un desnivel de 156 metros y una pendiente media en descenso del 2.9%. Toma su inicio a la salida del municipio de Marines Viejo, aunque se extiende desde un tramo sin datos a la entrada de Marines Viejo, en el P.K 15+350, y finaliza en la glorieta que da entrada por el norte a Olocau, en el P.K. 9+630 de la CV-25.



Ilustración 66. CV-25 en P.K. 15+200. Recorrido "Marines Viejo - Olocau" en sentido vuelta. Salida del municipio de Marines Viejo.



Ilustración 67. CV-25 en P.K. 9+630. Recorrido "Marines Viejo - Olocau" en sentido vuelta. Glorieta de entrada a Olocau.



Distancia Grado promedio Menor altitud Mayor altitud Diferencia de altitud 49.011 intentos de 7.576 personas
5,34km -3% 258m 414m 156m



Ilustración 68. Aspecto del segmento "Marines Viejo - Olocau" en el visor de STRAVA™.

A fecha de redacción de este documento se tienen 7985 registros en STRAVA™, de los que se extraen los percentiles de velocidad siguientes:

V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
46.8	44.4	40.7	39.4	38.2	34.4	31

Tabla 9. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento "Gátova a Marines Viejo" en STRAVA™.

10.2.3. Segmento 3 vuelta "Repecho cementerio Olocau". P.K. 9+630 a 8+370

Este segmento, dada su escasa longitud y la sección transversal con vía independiente utilizable por ciclistas, podría incluirse conjuntamente con el siguiente pero, dado que en este caso existen datos suficientes, se modela el ascenso independientemente del descenso en este punto.

El punto de inicio del segmento es el P.K 9+630, en la glorieta mostrada en la Ilustración 67. No obstante, en STRAVA el segmento toma inicio más adelante, tras pasar las dos glorietas interiores de Olocau y abandonar la tercera glorieta según el recorrido en sentido vuelta, existiendo la citada vía independiente en la margen derecha en sentido creciente de P.P.K.K. El final del tramo coincide con la coronación de este repecho que da título al segmento, en el P.K. 8+370. El segmento en STRAVA™ tiene una longitud de 620 metros, con un desnivel de 26 metros, lo que da una pendiente media del 4.2%.



Ilustración 69. CV-25 en P.K. 8+950. Recorrido "repecho cementerio Olocau" en sentido vuelta. Salida del municipio de Olocau.



Ilustración 70. CV-25 en P.K. 8+500. Recorrido "repecho cementerio Olocau" en sentido vuelta. Coronación del repecho.



Distancia 0,62km Grado promedio 4% Menor altitud 250m Mayor altitud 277m Diferencia de altitud 26m 62.071 intentos de 9.097 personas

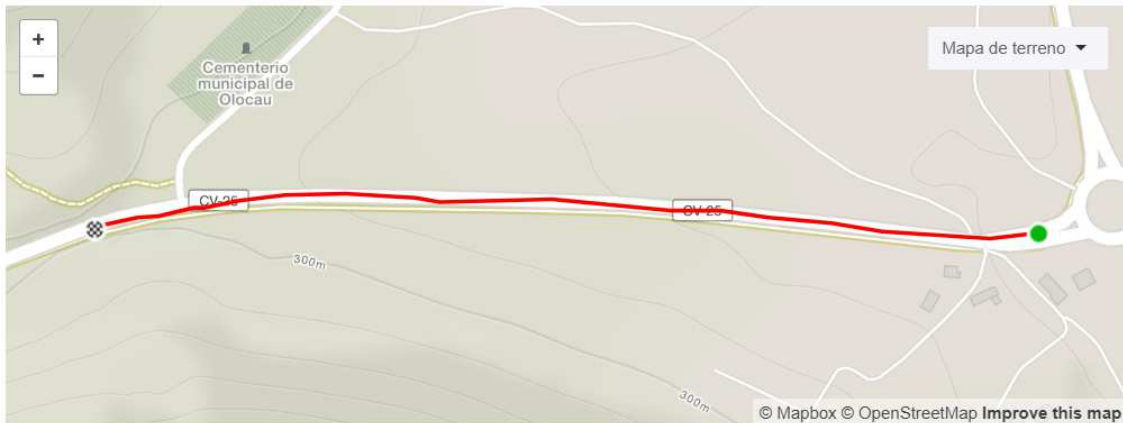


Ilustración 71. Aspecto del segmento “repecho cementerio Olocau” en el visor de STRAVA™.

A fecha de redacción de este documento se tienen 9135 registros de este segmento, obteniéndose unos percentiles de velocidad como se muestra en la tabla bajo estas líneas:

V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
26.6	23.3	19.4	18.3	17.1	13.5	10.5

Tabla 10. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “repecho cementerio Olocau” en STRAVA™

10.2.4. Segmento 4 vuelta “Bajada Olocau rotonda Marines”. P.K. 8+370 a 6+930

Por último, se registra la última bajada del recorrido, previa a la glorieta final, tras el repecho del cementerio de Olocau. En este caso también existe la vía auxiliar utilizable por los ciclistas, pero se modela también este segmento de descenso pronunciado para caracterizar las velocidades que los ciclistas pueden alcanzar aquí.

El segmento tiene una longitud de 1.28 km, un desnivel de 86 metros y una pendiente media del 7%. El segmento se inicia en el P.K 8+370, donde corona el segmento anterior, y finaliza en la salida de la glorieta que da inicio al tramo objeto de estudio, en el P.K 6+930 de la CV-25.



Ilustración 72. CV-25 en P.K. 8+370. Recorrido "Bajada Olocau Rotonda Marines" en sentido vuelta. Coronación del repecho.

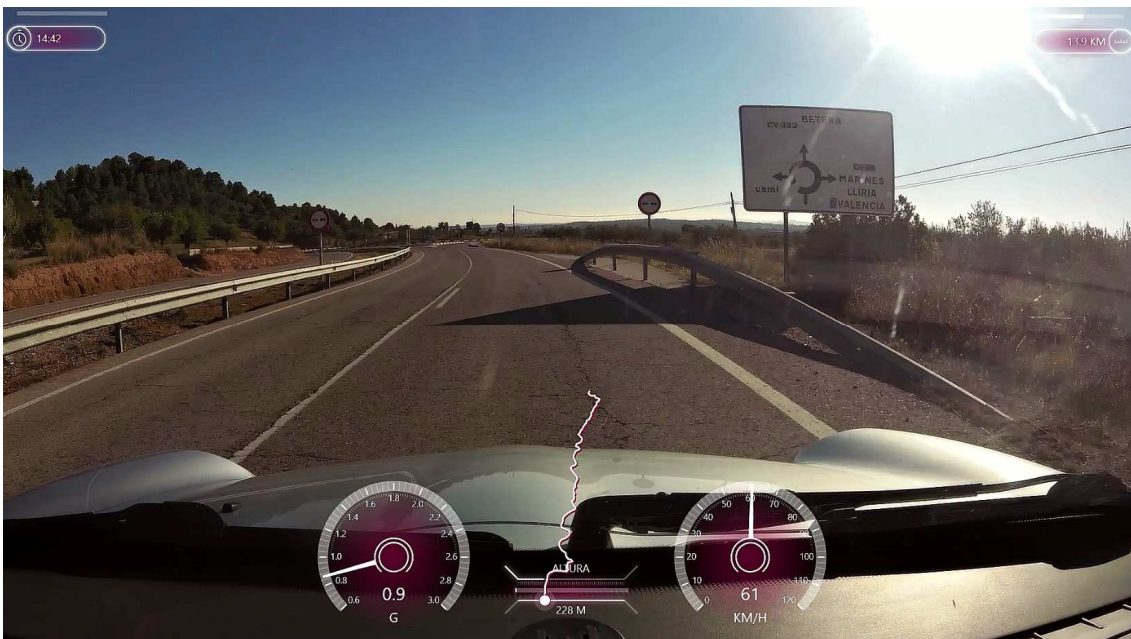


Ilustración 73. CV-25 en P.K. 6+930. Recorrido "Bajada Olocau Rotonda Marines" en sentido vuelta. Llegada a la glorieta.



Distancia Grado promedio Menor altitud Mayor altitud Diferencia de altitud 61.009 intentos de 8.555 personas

1,28km -7% 231m 316m 86m

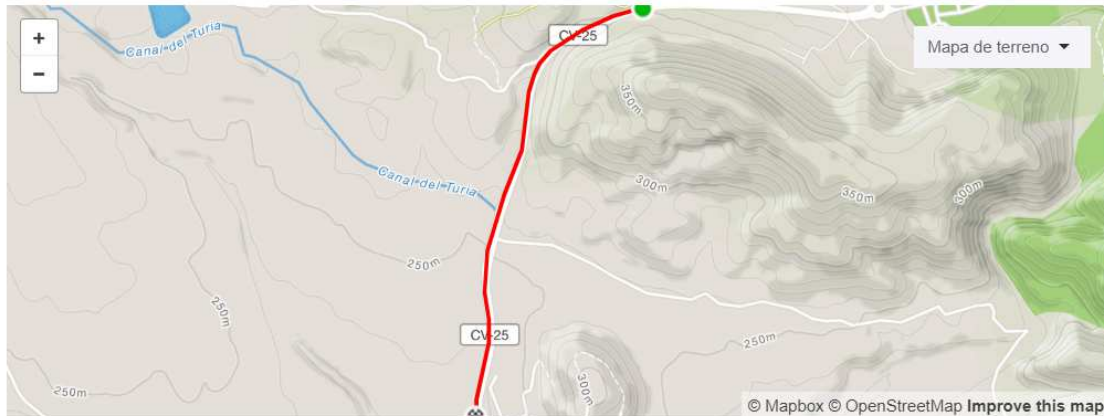


Ilustración 74. Aspecto del segmento “Bajada Olocau Rotonda Marines” en el visor de STRAVA™.

Para obtener los percentiles de velocidad de los ciclistas, STRAVA™ dispone de 9024 registros en el segmento:

V95	V85	V60	V50	V40	V15	V5
52.4	49	45.2	43.9	42.7	37.5	32.9

Tabla 11. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Bajada Olocau Rotonda Marines” en STRAVA™

Con esto, se tienen las distribuciones por percentiles de velocidades medias de todos los segmentos establecidos en el recorrido, para los ciclistas. Se pretende establecer las interacciones que tendrán lugar entre estos usuarios y los vehículos a motor, cuyas velocidades se han obtenido con el vehículo instrumentado, como ya se ha descrito.

10.3. Interacción entre vehículos a motor y ciclistas. Sentido creciente de PP.KK.

El resumen del apartado 10.1, relativo a los distintos segmentos del recorrido y su velocidad de recorrido ciclista registrada es STRAVA™, puede representarse en un gráfico que representa la distribución normal de dichas velocidades, según indicó en dicho apartado. Este gráfico define unas líneas paralelas que representan los percentiles que aparecen en las tablas de cada segmento, referenciado a cada P.K. de la CV-25 donde se registran.

Por tratarse de un segmento con infraestructura separada, no se contempla la interacción de ciclistas y vehículos en el segmento 1 “Puntals-Olocau +50m”, pues esta no se produce en ningún caso al circular los ciclistas por el carril anexo existente. De esta forma, la interacción de velocidades se analiza desde el P.K. 9+760 en adelante,



punto que coincide con la glorieta de salida del municipio de Olocau en dirección a Marines, manteniéndose este criterio en el análisis en sentido decreciente de PP.KK, desarrollado en el apartado 10.4.

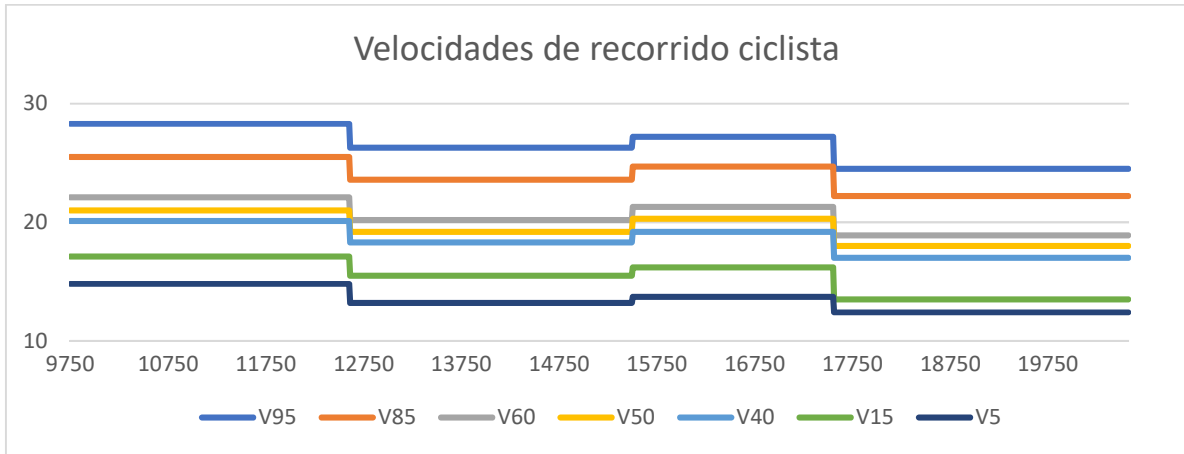


Ilustración 75. Distribución de velocidades ciclistas V_x de cada segmento en sentido creciente de PP.KK.

Una vez caracterizado el tráfico ciclista en cuanto a velocidad de circulación, resta comprobar su interrelación con el tráfico a motor circulante. Para ello, se muestra en el siguiente gráfico la distribución de velocidades ciclistas de la figura sobre estas líneas, junto con la velocidad de operación de los vehículos a motor, obtenida mediante el recorrido en el vehículo instrumentado indicado anteriormente.

El resultado es un conjunto de líneas paralelas que representan la menor velocidad de los ciclistas según cada segmento de STRAVA™ y una línea más variable, que representa la velocidad del vehículo instrumentado en cada punto del trazado.

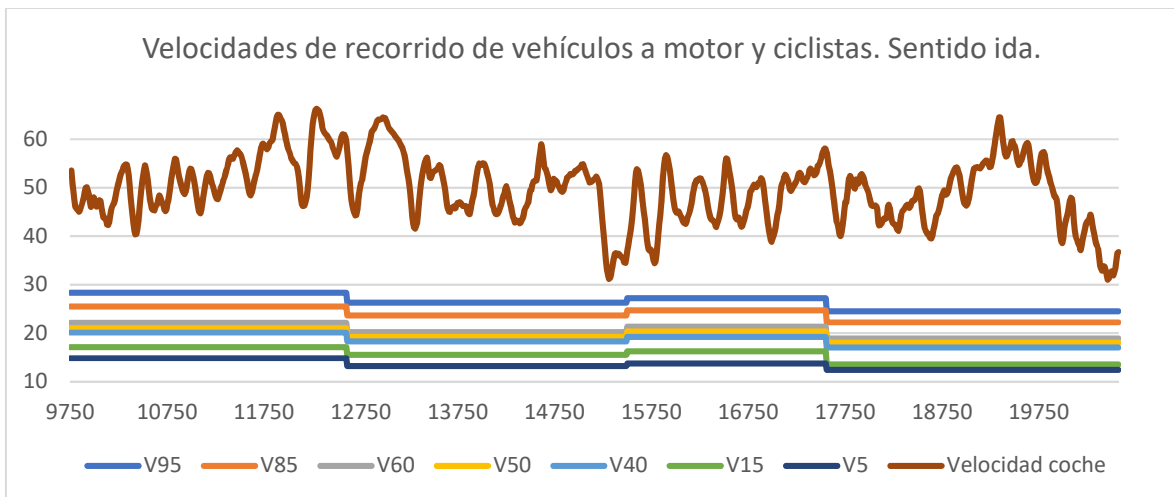


Ilustración 76. Distribución de velocidades ciclistas V_x y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido creciente de PP.KK.

Según lo expuesto en el Estado del Arte, el adelantamiento a ciclistas en carreteras convencionales de dos carriles se produce para, aproximadamente, una diferencia de velocidades de 15 km/h, siendo este el criterio asumido para modelar los puntos de mayor probabilidad de adelantamiento en todo el trazado. Por esto, en el gráfico siguiente se restan la velocidad del vehículo instrumentado y la velocidad que coincide con el percentil 60, V60, de los ciclistas, representando un porcentaje más lento que la



habitual V85, de forma conservadora. Se fija en 15 km/h de diferencia el límite inferior para que pueda darse el adelantamiento de un vehículo a un ciclista.

El resultado, de forma similar al gráfico anterior, es la gráfica de velocidad de los vehículos, disminuida por la velocidad ciclista, frente al umbral de 15 km/h establecido:

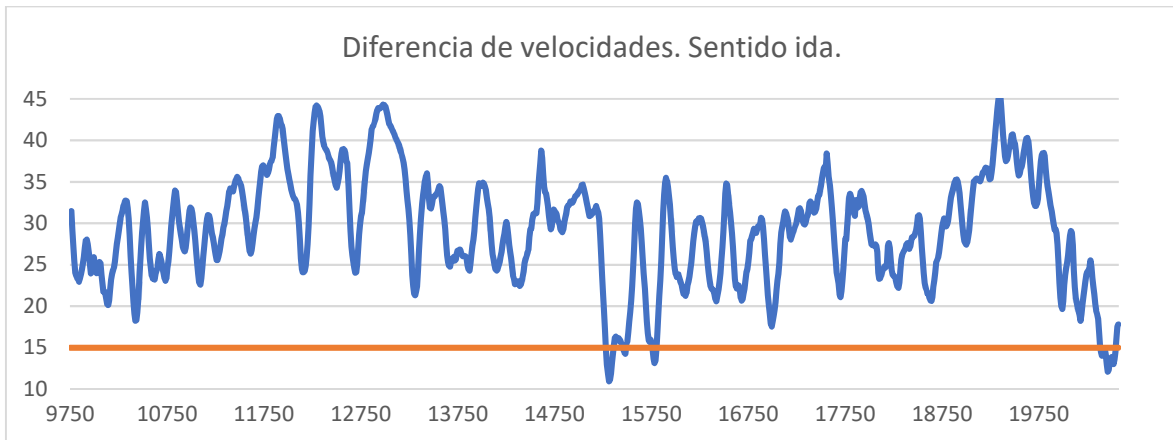


Ilustración 77. Diferencia entre velocidades ciclistas V60 y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido creciente de PP.KK. Umbral de 15 km/h para adelantamiento.

Esta diferencia de velocidades se acentúa en el caso del trazado en sentido creciente de PP.KK., por la pendiente ascendente más o menos constante que existe en todo el trazado. Como se verá en el siguiente apartado, en sentido decreciente las diferencias de velocidades son mucho menores y aparecen menos puntos conflictivos en este aspecto.

Por las características del trazado, intercalando rectas con curvas sin visibilidad, en ascenso, con vegetación en los alrededores de la carretera, con una sección transversal a veces insuficiente... Se puede explicar el tipo de perfil de velocidad que se ha obtenido con el vehículo instrumentado.

En un primer tramo, desde el P.K. 9+760 al el P.K. 11+500, aproximadamente, aparece una sucesión de curvas con poca longitud de rectas entre ellas, condicionando así la velocidad máxima que adquiere el vehículo instrumentado, dando picos de velocidad más contenidos.

En un tramo posterior, aparece la primera recta más notable, entre el P.K. 11+500 y el 13+200, donde son más abundantes las rectas y el terreno se abre, dando lugar a espacios de mayor visibilidad y, por tanto, mayores velocidades alcanzables.

Seguidamente, el recorrido vuelve a reducir su velocidad previamente en una nueva sucesión de curvas con menor visibilidad y menor longitud de rectas, similar al tramo inicial, entre los PP.KK. 13+200 y 15+050.

En el P.K. 15+050 se produce la entrada al municipio de Marines Viejo, con la velocidad limitada a 40 km/h en la travesía, y diversos resaltos en su longitud, la velocidad se mantiene reducida en este tramo hasta el P.K. 15+900.

De nuevo, y de forma similar a los tramos primero y tercero, aparece un tramo con sucesión de curvas sin rectas que permitan aumentar la velocidad, estando de nuevo la velocidad máxima condicionada por las curvas del trazado y su visibilidad, entre los PP.KK. 15+900 y 18+700, punto donde la sección transversal ha aumentado y cuenta con arcén.



A partir del P.K. 18+700 hasta la entrada a Gátova en el P.K. 19+800, la visibilidad es mayor y las curvas cuentan con mayor radio, contando además con algunas rectas intermedias, siendo este el tramo más despejado y ancho.

En el P.K. 19+800 se produce la entrada al municipio de Gátova, el cual cuenta con velocidad limitada a 40 km/h, desarrollándose el recorrido con el vehículo instrumentado hasta la entrada al puente de Gátova, finalizando este en el P.K. 20+580. Tanto el tramo de travesía de Marines Viejo como el de Gátova, son tramos donde la dispersión de velocidades de los vehículos a motor y los ciclistas será reducida, tanto por la limitación de velocidad existente como del tipo de circulación que en una travesía tiene lugar, dejando de ser en cualquier caso circulación en flujo libre. Por ello, no se propondrán mejoras o modificaciones del estado de la vía en estos dos tramos, tanto en sentido creciente como decreciente de PP.KK.

10.4. Interacción entre vehículos a motor y ciclistas. Sentido decreciente de PP.KK.

En el sentido decreciente de PP.KK., el trazado presenta una pendiente descendente más o menos constante, aspecto que permite una mayor velocidad de los ciclistas, que son usuarios más sensibles a la pendiente, mientras que la velocidad de los vehículos a motor se ve menormente afectada. La consecuencia de esto es una menor dispersión de velocidades en este sentido, dando como resultado menor número de puntos conflictivos para el adelantamiento

De igual forma que en el apartado anterior, se representan en el gráfico bajo estas líneas las distribuciones normales de los dos segmentos que quedan entre los PP.KK. 9+760 y 20+580 en sentido descendente de PP.KK., según los datos registrados STRAVA™ y mostrados en el apartado 10.2.

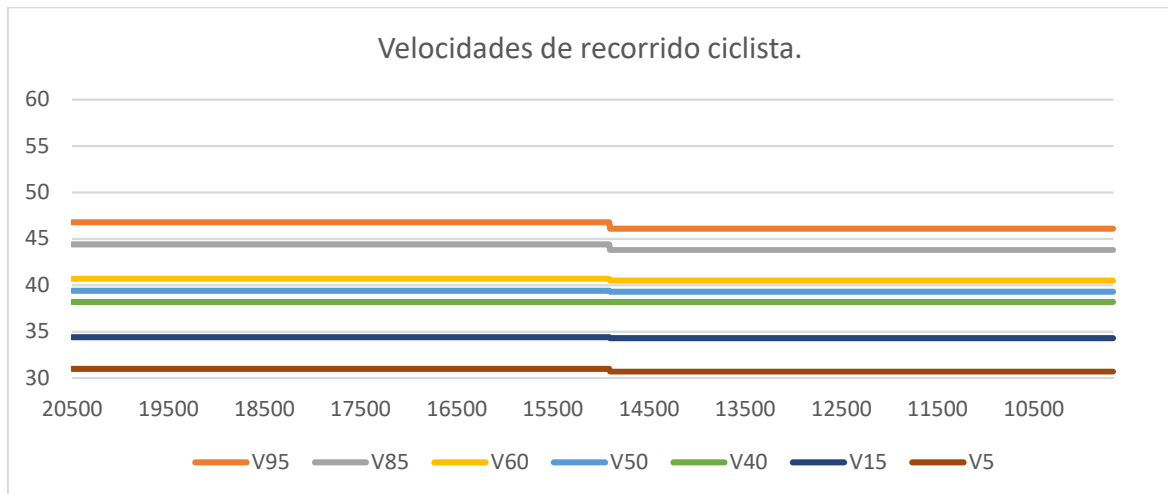


Ilustración 78. Distribución de velocidades ciclistas V_x de cada segmento en sentido decreciente de PP.KK.

Como se espera, el resultado de cruzar la distribución normal de velocidad ciclista con la velocidad de operación en sentido decreciente de PP.KK., presenta una menor dispersión de velocidades, incluso tramos donde las velocidades medias ciclistas superan la velocidad de circulación del vehículo a motor, especialmente en la primera mitad del recorrido, por la presencia de las dos travesías urbanas referenciadas y curvas que, probablemente, los ciclistas acometan con mayor velocidad que un vehículo a motor.

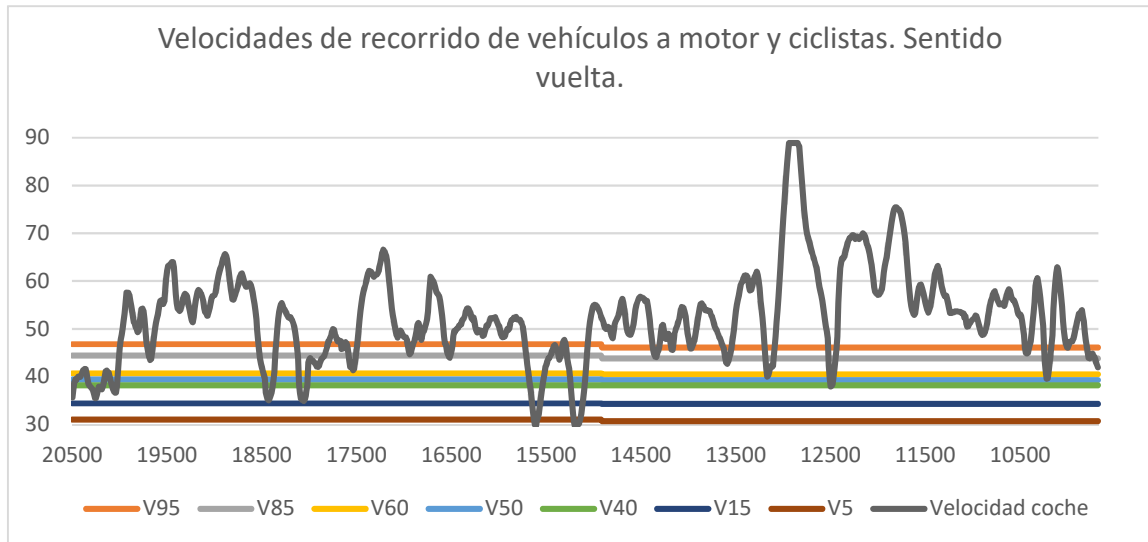


Ilustración 79. Distribución de velocidades ciclistas V_x y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido decreciente de PP.KK.

Manteniendo el mismo criterio que en el caso anterior de 15 km/h para considerar el adelantamiento entre vehículos, se muestra el mismo gráfico que resta las velocidades del vehículo instrumentado y el percentil 60 de la velocidad ciclista; V60:

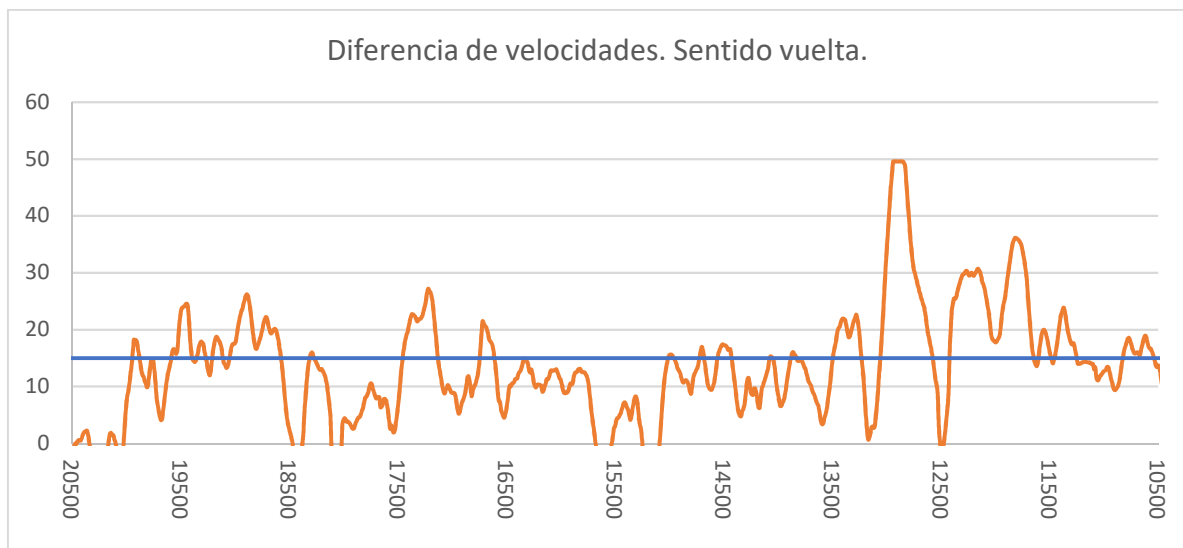


Ilustración 80. Diferencia entre velocidades ciclistas V60 y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido decreciente de PP.KK. Umbral de 15 km/h para adelantamiento.

De la misma forma que en el sentido creciente de PP.KK., existen zonas diferentes del trazado.

Desde el P.K. 20+580, punto inicial en sentido descendente, hasta el 19+800, se transita por la travesía de Gátova, con velocidad limitada a 40 km/h y con varios cojines berlineses en su paso a través del municipio.

Posteriormente, aparece un tramo que permite alcanzar velocidades más elevadas, de forma similar al trazado en sentido opuesto, pero en este caso con la pendiente descendente a favor, entre los PP.KK. 19+800 y 18+500, aproximadamente, donde la sección es más ancha y con arcén, además de que el terreno está más abierto que en tramos posteriores y permite mayor visibilidad.



Seguidamente, se inicia un tramo con una sección más reducida, donde la visibilidad es menor por la mayor presencia de vegetación y existen rectas más cortas entre curvas, limitándose las velocidades máximas que puede alcanzar el vehículo a motor, entre los PP.KK. 18+500 y 15+900.

En el P.K. 15+900 se produce la entrada por el norte a la travesía al municipio de Marines Viejo, limitada también a 40 km/h, hasta el P.K. 15+050. Las velocidades de recorrido son bajas por la presencia de algunos pasos de peatones sobreelevados.

El siguiente tramo, a la salida por el sur del municipio de Marines Viejo toma inicio en el P.K. 15+050 y con geometría y características similares a los tramos anteriores, con curvas sucesivas y sin grandes rectas que permitan alcanzar velocidades elevadas. Este tramo puede considerarse homogéneo hasta el P.K 13+150.

En la Ilustración 80 mostrada anteriormente puede apreciarse un pico de velocidad alcanzada durante una recta en el P.K. 12+900, un punto donde la visibilidad es amplia y las curvas no presentan un radio especialmente reducido. Puede considerarse un tramo homogéneo de mayor visibilidad y velocidad alcanzable entre los PP.KK. 13+150 y 11+900. Visualizando el trazado en planta entre estos puntos, se aprecia claramente una mayor longitud de rectas intermedias, además de que, al circular por el lado más alejado del desmonte en sentido descendente, la visibilidad existente es todavía mayor que en sentido opuesto.

Finalmente, entre el P.K. 11+900 y el P.K. 9+760 se tiene un tramo similar al resto del recorrido, con curvas entrelazadas y sin prácticamente rectas intermedias, dando lugar a velocidades máximas más contenidas y en descenso para, al finalizar el recorrido, entrar en el municipio de Olocau.

11. Medidas propuestas.

En este apartado se desarrollan las medidas que, tras visitar y analizar el recorrido, pretenden mejorar la seguridad vial del recorrido, para los vehículos a motor y, especialmente, para los ciclistas.

Por la sensibilidad del entorno, en frontera con el Parque Natural de la Sierra Calderona, las actuaciones propuestas deben tener en cuenta el impacto ambiental y estar permitidas por la legislación vigente en lo relativo a parques naturales.

El Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Sierra Calderona cataloga el suelo por el que discurre la CV-25 dentro del propio parque como “Área de Protección Ecológica”, no existiendo en ningún caso intersección con el Área de Especial Protección, ubicada en el centro del parque. La carretera CV-25 discurre, ha indicado anteriormente, por el límite oeste del parque, marcando con su eje prácticamente en la frontera del mismo.

Así mismo, de cara a actuaciones sobre el trazado de la CV-25 el mencionado Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Sierra Calderona establece en su artículo 70 que la modificación o ampliación del trazado no está permitida. No obstante, sí se considera admisible la ampliación puntual de la plataforma, en los tramos en que sea necesario por razones de seguridad vial.

De esta forma, no se admiten modificaciones generales del trazado ni desviaciones de la carretera actual. Tomando como base las “ampliaciones puntuales de la plataforma”



que incluye el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Sierra Calderona, estas serán las actuaciones de mayor envergadura que se propondrán en este documento, con el fin que en subapartados posteriores se propone.

11.1. Mejora del tramo 1 con infraestructuras separadas.

El tramo contenido entre los PP.KK. 6+930 y 9+200 cuenta con una sección transversal completamente distinta al resto del trazado de la CV-25 analizado en este documento. Como se ha comprobado en el apartado 10.1.1., se trata de un tramo con infraestructuras separadas, que podrían emplearse para segregar para los ciclistas y los vehículos a motor:



Ilustración 81. CV-25 en P.K. 7+075. Calzada principal y calzada accesoria.

Planteando el objetivo de segregación de circulaciones para aprovechar la existencia de dos infraestructuras separadas y paralelas, la señalización existente en este sentido es contradictoria o inexistente.

En algún caso, como la figura siguiente, se advierte a los conductores de la vía principal de la necesidad de adelantar a los ciclistas con la distancia mínima legal de 1.5 metros.

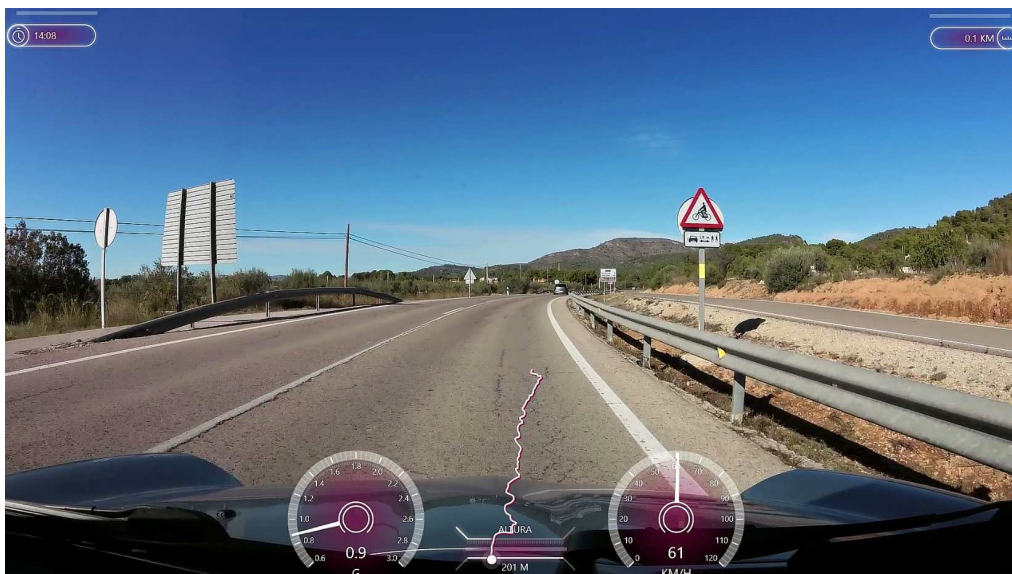


Ilustración 82. CV-25 en P.K. 7+025. Calzada principal y calzada accesoria.



A dicha vía paralela puede accederse desde la glorieta existente al inicio del recorrido, en el P.K. 6+930, donde la única señalización al respecto es la mostrada en la siguiente imagen, consistente en una marca vial de ciclistas y vehículos a motor, y un pintado verde de 30 metros de largo en propia pata de la glorieta.



Ilustración 83. CV-25 en P.K. 6+930. Salida hacia calzada accesoria desde glorieta.

Parece interesante reforzar la señalización recomendatoria para aumentar el uso de esta infraestructura paralela por parte de los ciclistas, advirtiéndoles de su presencia antes de la llegada a la glorieta, mediante la ubicación de la señalización de presencia de una “ciclovía”, incentivando así su uso sin incluir una obligación de uso de una de las dos infraestructuras. En el plano 3 se muestra la señalización propuesta para adecuar la intersección a un mayor uso por parte de los ciclistas de la infraestructura paralela en este tramo.

Más adelante, se detectó durante el recorrido del tramo que, en el P.K. 7+845 se produce el reencuentro entre las dos infraestructuras, paralelas, aunque sigue existiendo una división física entre ambas, basada en un bordillo e hitos H-75 cada 15-20 metros:



Ilustración 84. CV-25 en P.K. 7+845. Vía auxiliar adosada a vía principal.

Al finalizar el abatimiento de la barreda de seguridad existente hay colocados una serie de hitos H-75. Como alternativa a la señalización de entrada propuesta en la glorieta, se propone retirar los hitos que aparecen en la imagen sobre estas líneas para, junto con un pintado discontinuo de la línea de borde derecho y la señalización de carril bici correspondiente, habilitar este punto como entrada a la vía auxiliar paralela para los ciclistas.

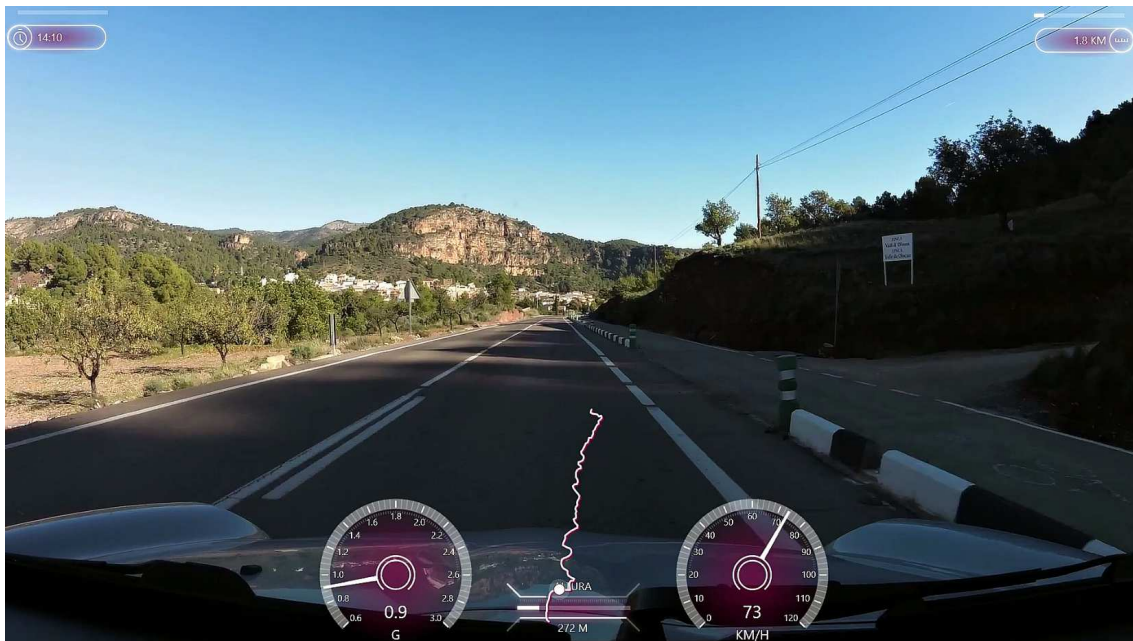


Ilustración 85. CV-25 en P.K. 8+610. Acceso a camino rural sobre la vía auxiliar adosada a vía principal.

Ya en el P.K. 8+610 existe un acceso desde la derecha que, para acceder a la vía principal o desde esta, exige circular sobre la vía auxiliar a emplear por los ciclistas. Se propone, si pasa a ser un acceso muy concurrido, señalizar la presencia ciclista por la



vía auxiliar para los vehículos que deseen girar a la derecha desde la vía principal y para los vehículos que entren a la vía principal desde el acceso.

Por último, y siguiendo con lo que se indica en el apartado 10.1.1., el final de este tramo con infraestructuras separadas no presenta una señalización coherente, pues se indica el STOP mediante señalización horizontal a los ciclistas, mientras que los vehículos de la vía principal deben ceder el paso al cruce de estos. La propuesta para dar coherencia a este cruce se centra en eliminar la marca vial de STOP del carril bici paralelo y disponer un pintado en rojo de la zona del cruce, tal y como se indica en el plano 3, con el pictograma de la bicicleta para resaltarlo.



Ilustración 86. CV-25 en P.K. 9+200. Final del segmento "Puntals-Olocau +50m" en la glorieta de entrada al municipio de Olocau.

11.2. Mejoras en resto del tramo objeto de estudio. Desde P.K. 9+760 al P.K. 2+580

El resto del tramo objeto de estudio, por sus características ha precisado de un análisis más en profundidad de las velocidades, visibilidades, trazado en alzado y planta... que precisamente han justificado la realización de este trabajo.

Siguiendo con lo mostrado en la Ilustración 77 del apartado 10.3. y la Ilustración 80 del apartado 10.4., pueden identificarse varios puntos en los que acometer medidas de mejora de la visibilidad o el ancho de la sección, permitiendo así adelantamientos por vehículos a motor hacia los ciclistas en condiciones más controladas.

Estos ensanchamientos de sección que se contemplan como actuaciones puntuales y que son adecuados desde el punto de vista de afección al Parque Natural de la Sierra Calderona consisten en una tipología de "carriles para vehículos lentos" pero adaptados a las condiciones de circulación de las bicicletas, tales como su velocidad, ancho efectivo en circulación, distancia de seguridad durante su adelantamiento...

Considerando estos factores se han diseñado unos "apartaderos" anexos a la plataforma existente que permitan a los ciclistas, especialmente en tramos de ascenso prolongado como en este caso, pero también en tramos llanos o de ligero descenso,



desplazarse a la derecha, más incluso de lo que el arcén, existente o no, permite, para que puedan ser rebasados en condiciones seguras.

En cuanto a su diseño, está condicionado por otros factores además de los inherentes a la circulación ciclista:

- Disponibilidad de espacio físico en el punto donde se desee ubicar: el coste de oportunidad, tanto ambiental como económico, puede ser demasiado elevado si se decide ubicar un apartadero allá donde existan grandes desmontes, muros, edificaciones u otros elementos que exijan grandes actuaciones. Por otra parte, además, pueden quedar fuera del alcance que define el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Sierra Calderona.
- Visibilidad existente en el punto de intervención: se han tratado de definir, en medida de lo posible, apartaderos que puedan ser visualizados en su totalidad desde antes de acometer el adelantamiento, bien ubicándolos en tramos rectos o en ligeras curvas, evitando disponerlos especialmente en curvas a izquierdas, dado que, según se ha demostrado, son los puntos donde los conductores dotan de mayor separación durante el adelantamiento con respecto al ciclista.

Con todo esto, cabe definir la anchura y longitud tipo del apartadero. En cuanto a su anchura, teniendo en cuenta que el Código de Tráfico y de Seguridad Vial exige una distancia mínima de adelantamiento de 1.5 metros, este podría ser el ancho mínimo del apartadero. No obstante, dado que en algunos puntos la sección de la vía es escasa para que el vehículo a motor se desplace al carril contrario, o incluso para favorecer un adelantamiento a ciclistas con vehículos circulando en sentido contrario, es necesario un ancho mayor, de forma que el ciclista pueda circular por la derecha del apartadero y se garanticen los 1.5 metros de separación mínima.

Las directivas de diseño de infraestructuras para bicicletas de la Dirección General de Tráfico establecen que un ciclista ocupa un ancho real de 1.0 metros, contando que, además de la longitud del manillar, inferior a un metro, los ciclistas realizan un movimiento oscilatorio a causa del pedaleo. De esta forma, se define un ancho del apartadero de 2.5 metros, medido desde la línea de borde de la calzada existente hasta el borde real del apartadero.

Por otro lado, en cuanto a la longitud del apartadero, no existe normativa de diseño de estos elementos ni recomendaciones por parte de ningún organismo nacional. Por esto, se han consultado tres recursos diferentes, tratando de determinar una longitud suficiente, pero sin resultar excesiva de estos apartaderos.

Primeramente, el Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010 habla de estos elementos auxiliares en su capítulo 15, en el subapartado sobre los "Turnouts".



Ilustración 87. Apartaderos o "Turnouts" en el Manual de Capacidad HCM 2010.

El HCM 2010 establece que la longitud de estos elementos viarios no debe exceder los 625 pies, que son 191 metros. En cuanto a sus beneficios, el HCM 2010 establece que



un apartadero concentrará entre el 20% y el 50% de los adelantamientos que se producirían en un carril adicional para vehículos lentos con una longitud de 1 milla (1.61 km), si este está correctamente diseñado.

Por otro lado, dado que la Instrucción 3.1-IC no establece parámetros geométricos acerca de este elemento, la longitud del apartadero podría homologarse con la longitud de un tramo de adelantamiento permitido en carretera convencional, aspecto que sí está reglado en dicha Instrucción. En el apartado 3.2.3. “Distancia de adelantamiento” se reglan las longitudes mínimas que deben tener los tramos de carreteras donde se desee ubicar señalización de adelantamiento permitido.

Según se indica en dicho apartado 3.2.3, “Para iniciar la prohibición de adelantar (final de la marca vial discontinua), valores menores que los de la distancia D_{a1} indicados en la Tabla 3.2.”

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

Tabla 12. Tabla 3.2. de la Instrucción 3.1-IC.

Siendo;

- V_p : Velocidad del tramo considerado
- D_{a1} : Distancia requerida en el tramo para ubicar marca vial discontinua.

Entrando en la dicha tabla 3.2., con la velocidad de proyecto de la CV-25, es posible definir la longitud tipo de los apartaderos.

El tercer recurso consultado es la normativa de la American Associate of State Highways and Transportation Officials (AASHTO). En este caso, se define un modelo teórico de los adelantamientos entre vehículos similar a los ya citados por algunos artículos en el Estado del Arte de este documento, pero no se dan características geométricas de los apartaderos. De nuevo, acudiendo al fenómeno de adelantamientos entre vehículos es posible encontrar documentos que sí definen parámetros útiles a este respecto.

El artículo científico “Research on the length of passing distance in the real traffic flow” de Biljana Ivanovic y Nemanja Garunovic (Montenegro, 2014), se basa en el modelo conceptual de adelantamiento entre vehículos que propone la AASHTO:

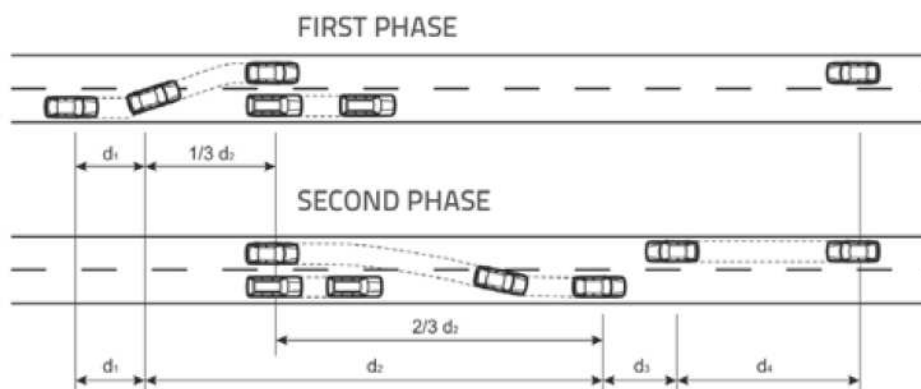


Ilustración 88. Elementos de la distancia longitudinal de adelantamiento según el modelo de la AASHTO. *Research on the length of passing distance in the real traffic flow* de Biljana Ivanovic y Nemanja Garunovic (Montenegro, 2014).



Este artículo, tras observaciones de adelantamientos mediante grabación de vídeo, establece una tabla de longitudes de adelantamiento según velocidades del vehículo adelantado y el adelantante, que se muestran en la siguiente tabla:

Speed of overtaken vehicle [km/h]	Average speed of overtaking vehicle [km/h]	Time of overtaking [s]	Overtaking distance [m]				The sample size N
			Minimum	Maximum	Average	85 %	
10-20	45,0	4,5	45	70	55	64	10
20-30	57,1	4,4	60	80	70	77	5
30-40	60,5	5,2	65	130	85	97	12
40-50	65,4	5,5	50	150	98	114	29
50-60	70,8	5,2	65	160	101	117	39
60-70	82,0	5,0	65	165	111	130	51
70-80	92,5	4,6	85	180	118	142	38
80-90	101,3	4,0	80	135	111	125	16
90-100	102,8	3,2	85	95	90	94	2
100-110	111,4	4,2	130	130	130	130	1

Ilustración 89. Distancia de adelantamiento en correlación con la longitud del vehículo adelantado. Research on the length of passing distance in the real traffic flow" de Biljana Ivanovic y Nemanja Garunovic (Montenegro, 2014).

Tomando como representativa la distancia de adelantamiento representada por el 85% de los casos, de forma similar a la velocidad de operación, que coincide con el percentil 85 de la distribución, se obtienen valores muy similares a los que proporciona la tabla 3.2. de la Instrucción 3.1-IC, como se verá posteriormente para cada caso de actuación en la CV-25.

Con la longitud máxima del apartadero definida por el Manual de Capacidad y fijada en 190 metros y el ancho de 2.5 metros, es posible pasar a definir las ubicaciones de lo apartaderos.

Además, entre las actuaciones propuestas no existen únicamente apartaderos, pues se verán puntos donde actuaciones de menor entidad permiten una mejora de la visibilidad y ahorran actuaciones de mayor calibre.

12.2.1. Propuesta de actuaciones en tramo comprendido entre los PP.KK. 9+760 y 20+580 en sentido creciente de PP.KK.

A continuación, se muestra la diferencia entre la velocidad del vehículo a motor y el percentil 60 de la distribución de velocidades medias ciclistas:

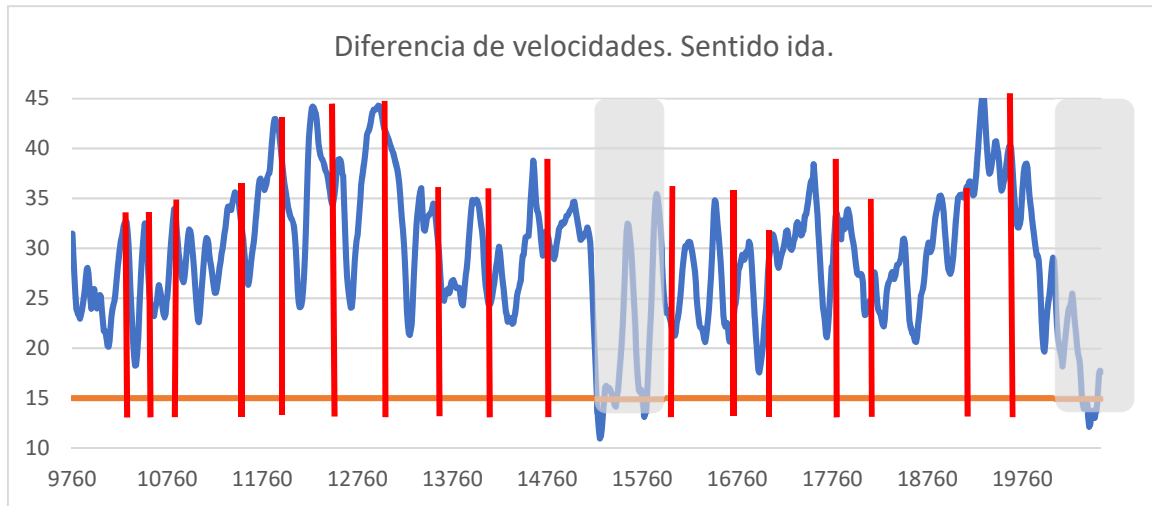


Ilustración 90. Diferencia entre velocidades ciclistas V60 y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido creciente de PP.KK. Umbral de 15 km/h para adelantamiento. Puntos de actuación marcados en rojo y zonas urbanas sombreadas en gris.

En el gráfico sobre estas líneas se muestran, mediante barras en color rojo, los puntos de actuación que, como se puede apreciar, tratan de coincidir con aquellas zonas con mayor dispersión de velocidades. Las zonas sombreadas en gris corresponden con las travesías urbanas de Marines Viejo y Gátova, respectivamente, con velocidades limitadas a 40 km/h y donde no se proponen medidas de actuación, existiendo ya pasos de peatones sobreelevados, cojines berlineses y, por razones obvias, resulta compleja la implementación de ensanches de la calzada, mejoras de visibilidad u otras actuaciones.

En la tabla siguiente se muestra la relación exacta de los PP.KK. de los lugares de actuación referenciados en la figura anterior, para posteriormente detallar las actuaciones propuestas y su justificación.

ID	P.K.
1	9+800
2	10+370
3	10+500
4	10+860
5	11+480
6	11+890
7	12+400
8	13+000
9	13+500
10	14+050
11	14+600
12	15+100
13	15+960
14	16+560
15	16+800
16	17+400
17	17+900



18	18+900
19	19+350
20	19+800

Tabla 13. Identificación y ubicación de puntos de actuación según P.K en el tramo comprendido entre el 9+760 y 20+580. Sentido creciente de PP.KK.

A continuación se describen las consideraciones tomadas para aplicación de medidas en los puntos propuestos en la tabla anterior, atendiendo a la existencia de espacio físico, visibilidad, posibilidad de realizar ampliación de la plataforma, entre otros aspectos.

1. P.K. 9+800. Se propone, de cara a orientar a los usuarios desde el principio del tramo, la colocación de una señal que advierta de la presencia ciclista y de la existencia de apartaderos en el margen derecho para los ciclistas.

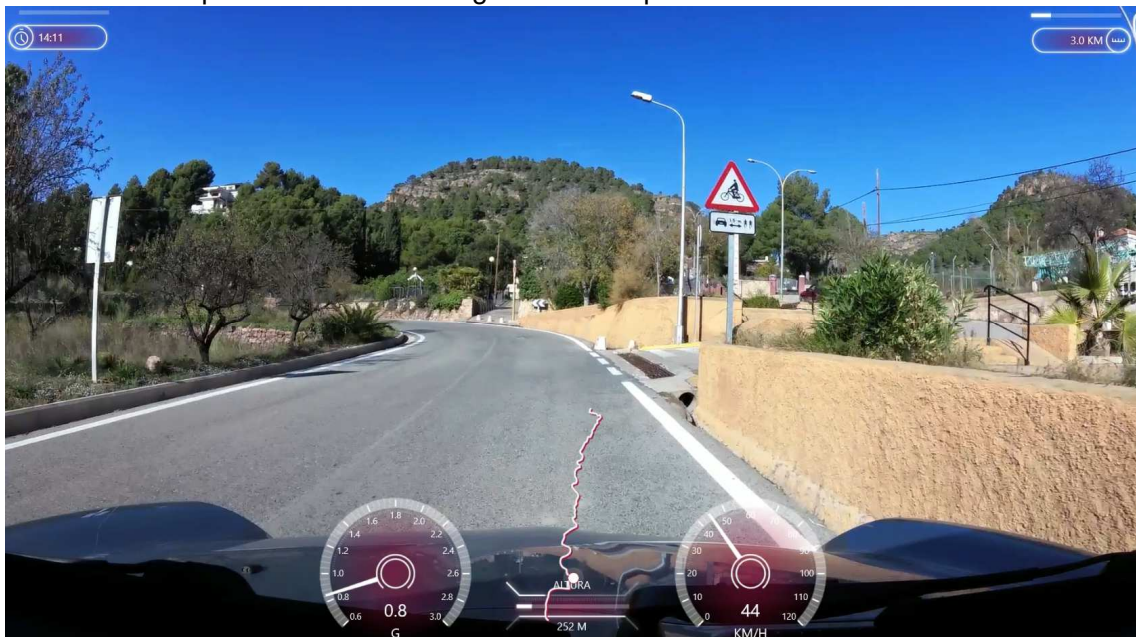


Ilustración 91. CV-25 en P.K.9+800. Señalización propuesta.

2. P.K. 10+370. Por la diferencia de velocidad existente entre ciclistas y vehículos a motor, alrededor de 32 km/h, con un ancho de calzada de unos 5 metros, puede proponerse la ejecución de un apartadero. Sin embargo, se trata de una zona con trazado curvo y, en caso de ejecutar el apartadero por la derecha, sería necesario un desmonte de gran importancia, obligando a la retirada de abundante arbolado. Por otro lado, la bibliografía consultada admite que, en los casos de curvas a izquierdas la separación de adelantamiento es superior que en rectas y curvas a derechas, por lo que se mantiene el estado actual de la vía en este primer punto.

Pese a que no existe visibilidad suficiente en este caso, pues se tienen unos 35 metros desde el punto mostrado en la imagen siguiente, la intervención para mejorar este aspecto requeriría una modificación del trazado para aumentar el radio de las curvas. Como se ha indicado, se desestiman actuaciones de tal calado por el coste, afección al Parque Natural de la Sierra Calderona, y por coste de oportunidad frente a otras inversiones de ese calibre en otros puntos de la red viaria donde existan mayores niveles de tráfico.



Ilustración 92. CV-25 en P.K. 10+370, sentido creciente de PP.KK.

3. P.K. 10+500. En este caso, la diferencia de velocidad es similar al punto 1, pero se trata de un tramo recto con mayor despeje vegetal que, en caso de proponer un apartadero, no afecta al arbolado de forma tan notable. El desmonte a realizar es sensiblemente mayor pero mayoritariamente se requiere únicamente un desbroce.

En este punto, la visibilidad existente alcanza los 95 metros, dada la existencia de una recta, pero el ancho de la sección de 4.8 metros exige un ensanche para asegurar que se cumplen los 1.5 metros de separación en el adelantamiento. Por esto, se propone un apartadero en este punto:



Ilustración 93. CV-25 en P.K. 10+500. Apartadero propuesto en margen derecha. Sentido creciente de PP.KK.



4. P.K. 10+860. Este punto es similar al número 1. Por diferencia de velocidades, de unos 33 km/h, se puede proponer alguna actuación. No obstante, la entidad del desmonte a realizar en este punto desaconseja ubicar justamente en este punto un nuevo apartadero, pues cabría esperar un elevado coste incluso de refuerzo del talud y, habida cuenta que existe un apartadero 300 metros antes, no se considera necesaria la actuación en este punto. La visibilidad en este punto es, por otra parte, suficiente si se considera la tabla 3.2 de la Instrucción 3.1-IC, teniendo 80 metros de visibilidad y precisándose 75 en caso de instaurar un tramo de adelantamiento permitido. Por tanto, no se proponen actuaciones en este punto.

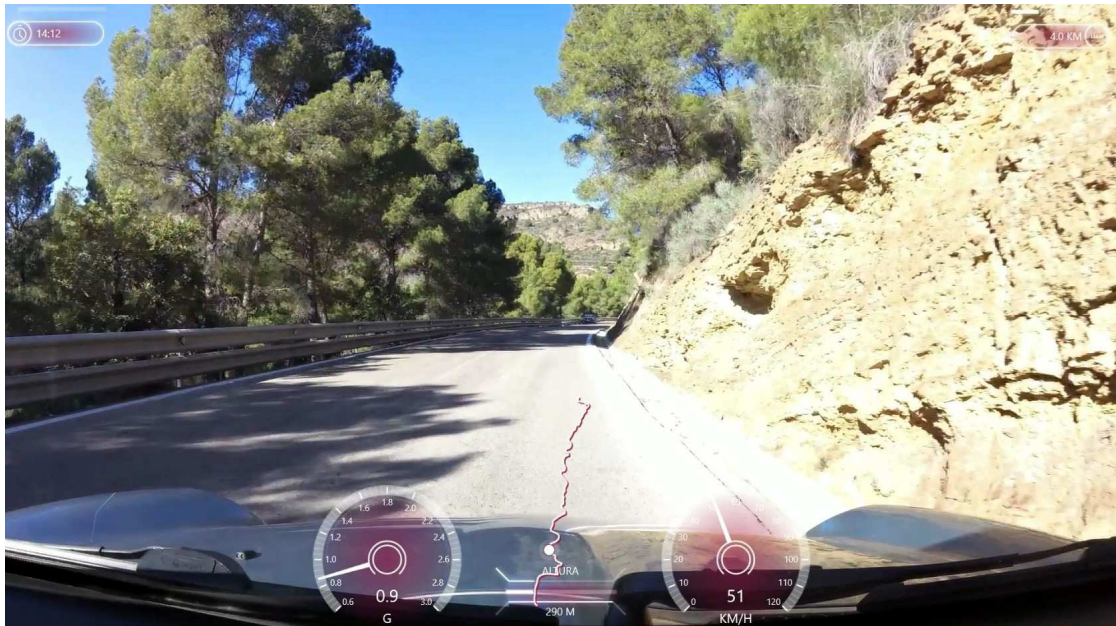


Ilustración 94. CV-25 en P.K. 10+860, sentido creciente de PP.KK.

5. P.K. 11+480. El P.K. indicado coincide con la entrada a una curva a izquierdas. La visibilidad es escasa y, aparentemente, podría mejorarse con el recorte de la vegetación existente en el interior de la curva. El ancho de la sección es de 5 metros, y la visibilidad en el punto referenciado es de 45 metros, claramente insuficiente ante los 75 que demanda la Instrucción 3.1-IC. Por esto, se propone el recorte de la masa vegetal existente en el interior de la curva, visible en la imagen siguiente. De esta forma, se mejora la visibilidad hasta los 90 metros, aproximadamente.



Ilustración 95. CV-25 en P.K. 11+480, sentido creciente de PP.KK. Recorte vegetal de la masa indicada en la imagen para mejora de la visibilidad.

6. P.K. 11+890. De nuevo, el punto indicado coincide con una recta. Las diferencias de velocidades ciclista y de los vehículos a motor son de 42 km/h, por lo que se considera un apartadero para este punto. La visibilidad es suficiente, dada la existencia de la mencionada recta, pero el ancho de la sección de 5.2 metros no permite la separación de seguridad en todos los casos. Por otra parte, el desmonte a realizar en caso de ampliar la plataforma por la derecha para ubicar el apartadero no cobra excesiva importancia.

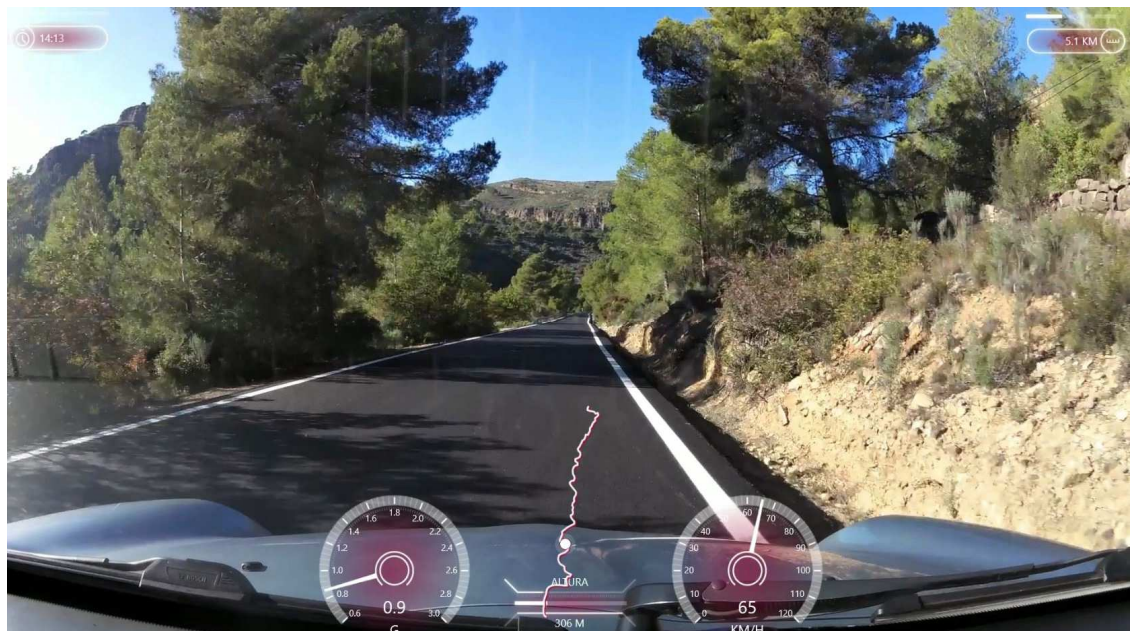


Ilustración 96. CV-25 en P.K. 11+890, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.

7. P.K. 12+400. Este punto es similar al número 4. Se tiene una curva a izquierdas y un talud prácticamente vertical por el lado derecho de la vía, quedando



descartada la actuación en forma de apartadero. Se observa, por otra parte que la visibilidad, aunque coincide exactamente con la que precisa la Instrucción 3.1-IC, 75 metros, puede mejorarse notablemente recortando la vegetación por el interior de la curva, de forma idéntica a la propuesta del punto 4. La visibilidad tras el recorte de la vegetación mejora hasta los 120 metros, aproximadamente.



Ilustración 97. CV-25 en P.K. 12+400, sentido creciente de PP.KK. Recorte vegetal de la masa indicada en la imagen para mejora de la visibilidad

8. P.K. 12+900. Este punto es también similar a un punto descrito anteriormente. En este caso, las condiciones son prácticamente idénticas a lo visto para el punto 5; tramo recto, visibilidad suficiente para las velocidades que se desarrollan, pero un ancho de calzada de 4.8 metros. La visibilidad es, gracias al tramo recto, de 180 metros. Se propone en este punto un apartadero por la derecha de la vía, no existiendo tampoco en este caso grandes desmontes a realizar, aunque habrá que considerar la expropiación de la parcela con plantaciones existente:



Ilustración 98. CV-25 en P.K. 12+900, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.

9. P.K. 13+500. Se propone la construcción de un apartadero por la margen derecha. La diferencia de velocidades es de 33 km/h aproximadamente, mientras que la visibilidad es de 110 metros, dado el tramo recto existente en este punto. La actuación exigirá el desbroce del terreno colidante y un pequeño desmonte, pero mejorará el ancho de la sección actualmente de 4.8 metros e insuficiente para un adelantamiento seguro.

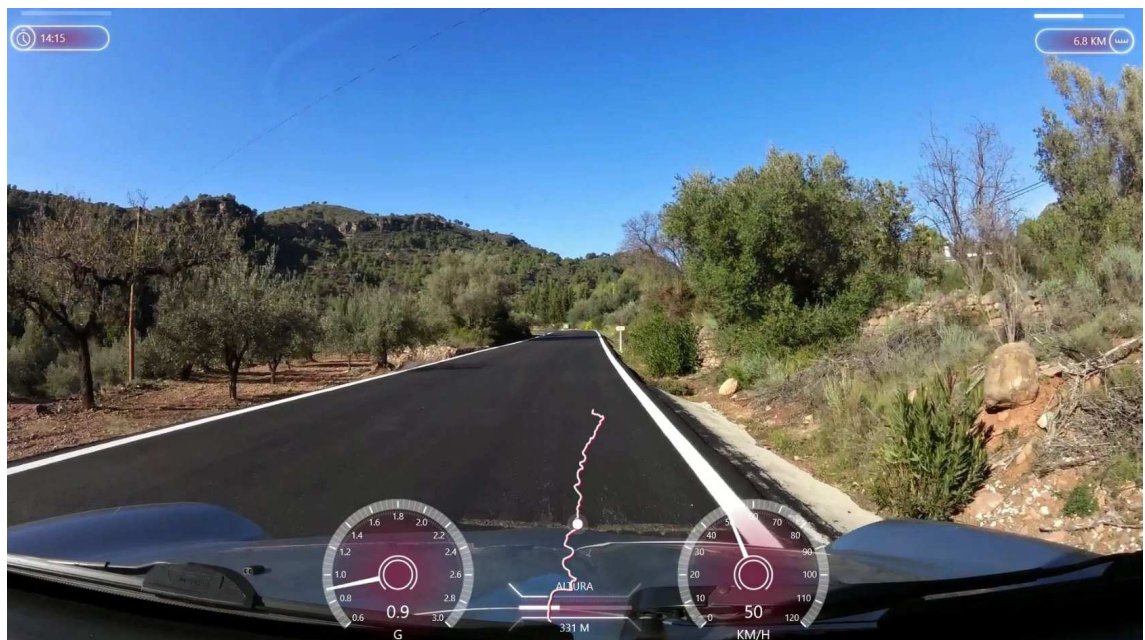


Ilustración 99. CV-25 en P.K. 13+500, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.

10. P.K. 14+050, con una diferencia de velocidades de 35 km/h, aproximadamente, este resulta otro punto donde son necesarias actuaciones. La visibilidad en este punto es algo reducida, por tratarse de una curva a derechas, de forma que se



propone un apartadero por el margen derecho, que permita el recorte por el interior de la curva a los ciclistas y, a su vez, aumentar la visibilidad al eliminar el ribazo que oculta la salida de la propia curva. La visibilidad, en este caso, pasará de 70 a 105 metros, aproximadamente:



Ilustración 100. CV-25 en P.K. 14+050, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.

11. P.K. 14+600. En este punto existe un despeje ya realizado en el terreno, por lo que la propuesta del apartadero está altamente recomendada. Con las dimensiones del espacio existente y la visibilidad que da la salida de la curva previa, 75 metros, es justamente la que precisa la Instrucción 3.1-IC para ubicación de un tramo de adelantamiento permitido. Por esto, se propone la construcción de un apartadero por el margen derecho, aprovechando el despeje existente y sin necesidad de realizar actuaciones excesivas en este punto. Además, la diferencia de velocidades es de 37 km/h, aproximadamente.



Ilustración 101. CV-25 en P.K. 14+600, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.



12. P.K. 15+050. En este punto se produce la entrada al municipio de Marines Viejo mediante la travesía correspondiente, con velocidad limitada a 40 km/h y formando un tramo de 850 metros donde no se proponen medidas, dada la menor velocidad permitida y las limitaciones que suponen los elementos urbanos existentes dentro de este tramo.



Ilustración 102. CV-25 en P.K. 15+050, sentido creciente de PP.KK. Entrada al municipio de Marines Viejo por travesía.

13. P.K. 15+900. A la salida del municipio de Marines Viejo cabe esperar que, en caso de existir algún ciclista circulando delante de un vehículo a motor, el fin del tramo con velocidad limitada a 40 km/h aumentará las expectativas de adelantamiento. Por esto, en este punto se tiene una diferencia de velocidades entre ciclistas y vehículos a motor de 35 km/h. Existe un cambio de rasante que limita la visibilidad, pero tras coronarlo, la visual de la carretera aumenta hasta los 80 metros, por lo que se propone un apartadero para aumentar la separación durante el adelantamiento habida cuenta de los 5.2 metros que presenta el ancho de toda la calzada disponible en este punto. El desmonte necesario, por otra parte, va descendiendo con el aumento de PP.KK., no siendo este de elevada importancia y precisando únicamente un desbroce adicional.

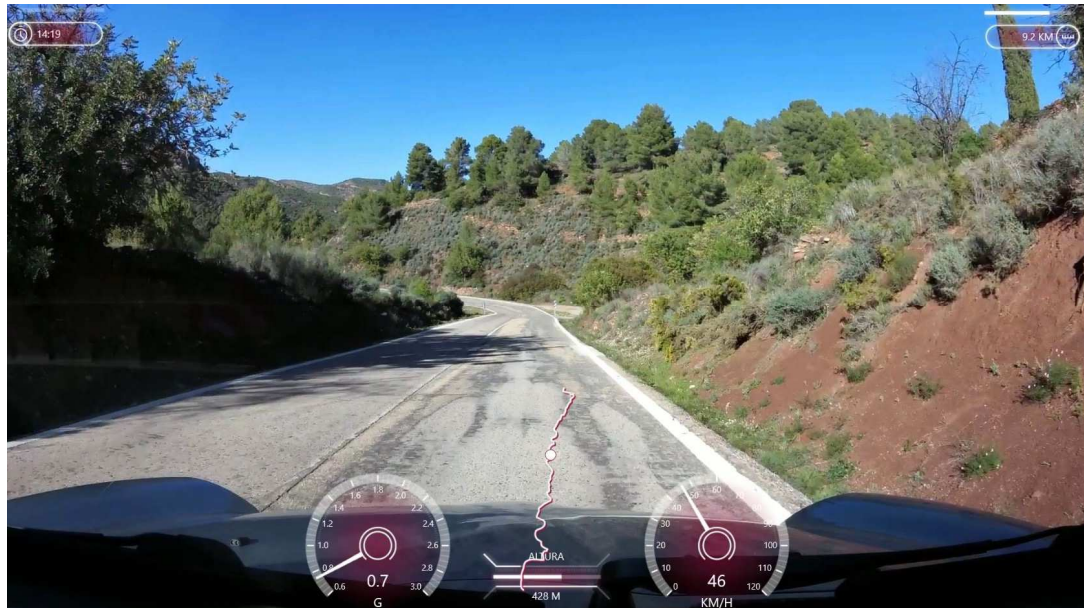


Ilustración 103. CV-25 en P.K. 15+900, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.

14. P.K. 16+560. Este punto, pese a la diferencia de velocidades existente de 35 km/h, no permite actuaciones notables dado el escaso espacio que el terreno dispone. Se tiene a la derecha de la vía un importante talud rocoso que, de realizar una intervención, encarecería sensiblemente la obra y, del lado izquierdo, sería necesario un importante terraplén. Por esto, pese a que la curva a derechas junto al talud limita la visibilidad existente, se deja este punto sin intervención, toda vez que se propone un apartadero para el punto siguiente, situado 250 metros más adelante.



Ilustración 104. CV-25 en P.K. 16+560, sentido creciente de PP.KK.

15. P.K. 16+800. En este caso se tienen características similares a las vistas en los puntos 7 y 5; tramo recto con visibilidad suficiente y un ancho de calzada de 4.8 metros, con propuesta para ejecutar un apartadero. Además, el desmote en el lado derecho es escaso, siendo quizás más importante el desbroce necesario.



Ilustración 105. CV-25 en P.K. 16+800, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha

16. P.K. 17+400. Este es un caso similar al expuesto en el punto número 1. La curva a izquierdas desaconseja la ejecución de un apartadero y, además el talud por el lado derecho es rocoso. Además, pese a que la diferencia de velocidades es de 38 km/h, la visibilidad es suficiente por tratarse de un tramo ascendente donde la visual alcanza hasta más de 150 metros. No obstante, se propone el recordatorio de presencia ciclista mediante una señal P-22.

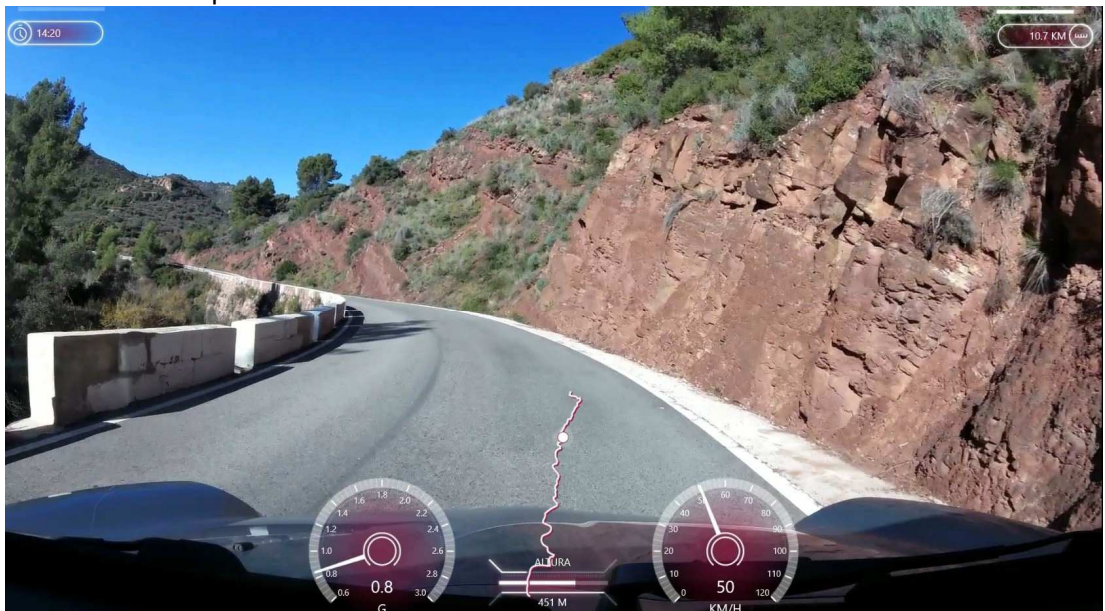


Ilustración 106. CV-25 en P.K. 17+500, sentido creciente de PP.KK.

17. P.K. 17+900. De nuevo, se propone un apartadero en un punto con visibilidad de 95 metros, superior a la necesaria por normativa. La diferencia de velocidades en este punto es de 33 km/h, mientras que el ancho de la vía es de 6.5 metros. El desmonte necesario es escaso, inferior a 1.5 metros de altura, aspecto que favorece esta propuesta.

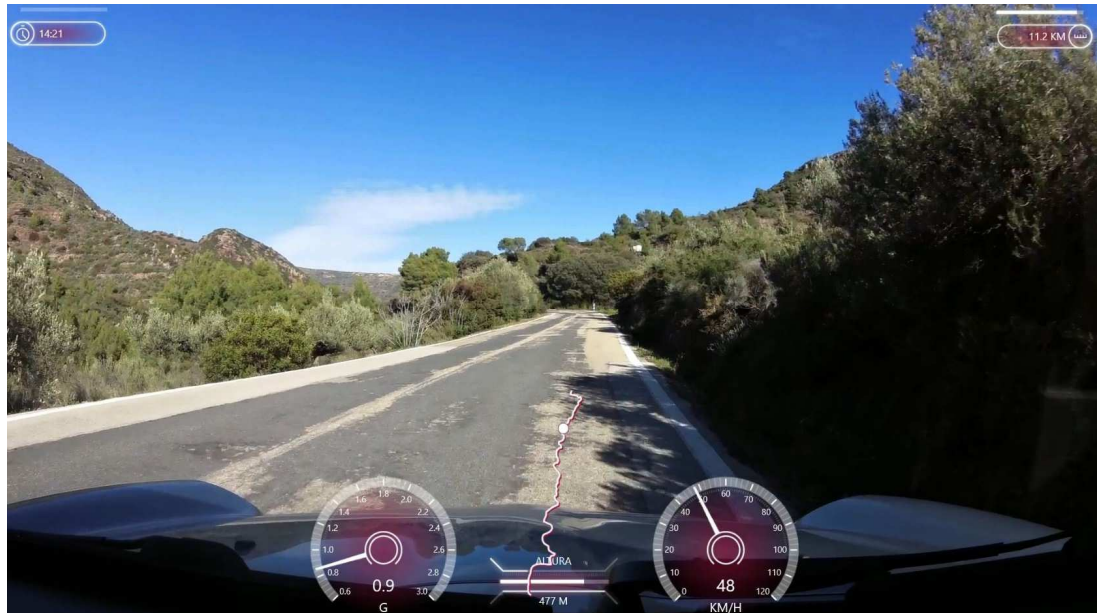


Ilustración 107. CV-25 en P.K. 17+900, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha

18. P.K. 18+900. En este punto se ubica el último apartadero propuesto en sentido ascendente de PP.KK. Se trata de un punto con condiciones más favorables que las vistas en el resto del tramo, donde la sección de vía es más ancha y el terreno está más abierto, desapareciendo los taludes verticales vistos en casos anteriores. La diferencia de velocidades existente es de 35 km/h, siendo la visibilidad suficiente y superior a los 160 metros. Este apartadero es, como se indicará más adelante, de los menos prioritarios en caso de disponer de opciones de inversión limitadas, aunque por diferencia de velocidades es necesaria su propuesta en este apartado.

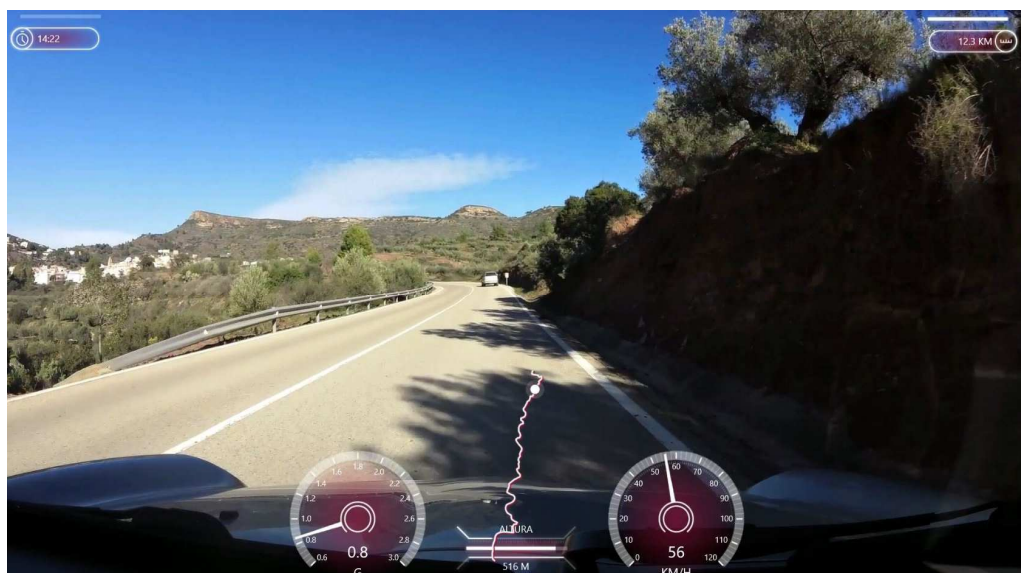


Ilustración 108. CV-25 en P.K. 18+900, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha

19. P.K. 19+350. Este caso es similar al anterior. La diferencia de velocidades de 45 km/h puede justificar la disposición de un apartadero. Sin embargo, dado que se



ha propuesto uno situado a 450 metros y que la sección y visibilidades en este caso son superiores, se desestima cualquier actuación en este caso.



Ilustración 109. CV-25 en P.K. 19+350, sentido creciente de PP.KK.

20. P.K. 19+800. Por último, en este punto se produce la entrada al municipio de Gátova mediante la travesía, con velocidad limitada a 40 km/h. De la misma forma que en la travesía de Marines Viejo, no se proponen actuaciones dentro del entorno de esta travesía, por las velocidades limitadas y las condiciones de contorno que desaconsejan cualquier actuación adicional.



Ilustración 110. CV-25 en P.K. 19+800, sentido creciente de PP.KK. Entrada al municipio de Gátova.

En la tabla siguiente se muestra el resumen de actuaciones expuestas en sentido ascendente de PP.KK., indicando además si existe o no visibilidad suficiente, la velocidad de vehículos y ciclistas y la longitud del apartadero a instalar según la distancia de adelantamiento indicada por la Instrucción 3.1-IC.



ID	P.K.	V85 coche	V60 ciclistas	Dist. Visib.	3.1-IC	Actuación
1	9+800	-	-	-		Señal inicio tramo
2	10+370	48.16	22.1	35		Sin actuaciones
3	10+500	47.87	22.1	95	75	1º apartadero
4	10+860	53.51	22.1	80		Sin actuaciones
5	11+480	57.54	22.1	45		Recorte vegetación
6	11+890	65.05	22.1	126	100	2º apartadero
7	12+400	60.74	22.1	75		Recorte vegetación
8	13+000	62.8	20.2	181	100	3º apartadero
9	13+500	53.4	20.2	110	75	4º apartadero
10	14+050	50.9	20.2	70	75	5º apartadero
11	14+600	56.1	20.2	75	75	6º apartadero
12	15+100	-	-	-	-	Entrada Marines Viejo
13	15+950	56.8	21.3	80	75	7º apartadero
14	16+560	55	21.3	75		Sin actuaciones
15	16+800	46.48	21.3	120	75	8º apartadero
16	17+400	55.81	21.3	150		Señal P-22
17	17+900	51.96	18.9	95	75	9º apartadero
18	18+900	54.2	18.9	165	75	10º apartadero
19	19+350	64.53	18.9	140		Sin actuaciones
20	19+800	-	-	-	-	Entrada Gátova

Tabla 14. Actuaciones propuestas en CV-25, sentido creciente de PP.KK.

12.2.2. Propuesta de actuaciones en tramo comprendido entre los PP.KK. 9+760 y 20+580 en sentido decreciente de PP.KK.

De la misma forma que en sentido opuesto, se muestra la diferencia entre la velocidad del vehículo a motor y el percentil 60 de la distribución de velocidades medias ciclistas, obtenidas de STRAVA™:

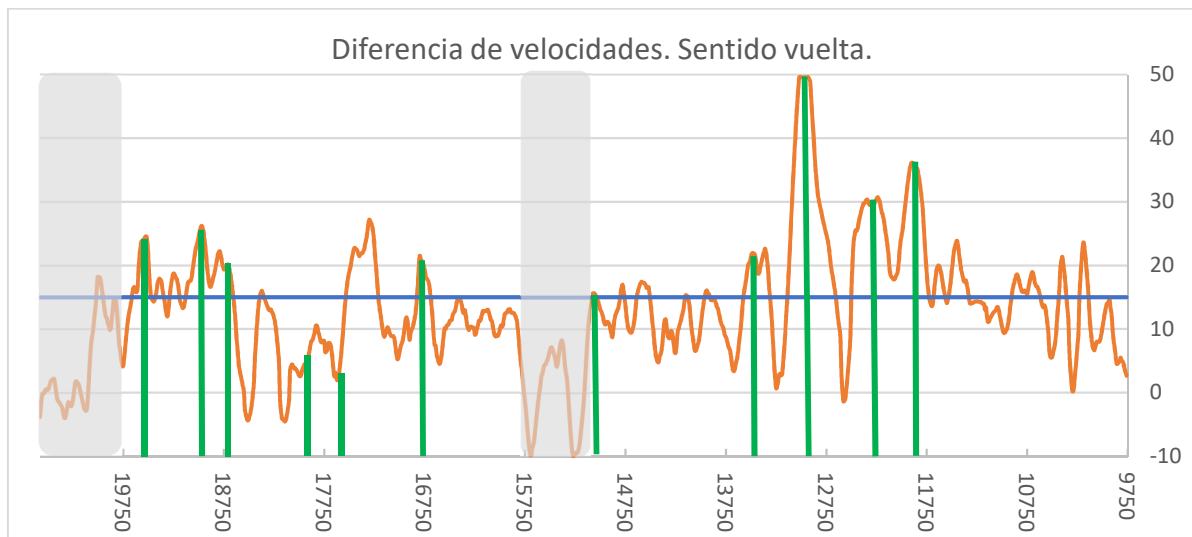


Ilustración 111. Diferencia entre velocidades ciclistas V60 y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido decreciente de PP.KK. Umbral de 15 km/h para adelantamiento. Puntos de actuación marcados en verde y zonas urbanas sombreadas en gris.



De forma simétrica al caso anterior, existen dos tramos de travesía en Gátova y Marines Viejo donde no se proponen actuaciones. En la tabla siguiente se indican los puntos kilométricos relevantes para referenciar las propuestas de actuaciones para mejora de la seguridad vial:

ID	P.K.
1d	20+300
2d	19+950
3d	19+000
4d	18+775
5d	17+900
6d	17+650
7d	15+850
8d	15+150
9d	13+500
10d	13+000
11d	12+400
12d	11+850

Tabla 15. Identificación y ubicación de puntos de actuación según P.K en el tramo comprendido entre el 9+760 y 20+580. Sentido decreciente de PP.KK.

Estos puntos se corresponden con las siguientes indicaciones o propuestas:

1. P.K. 19+900. En este punto se tiene la salida de la travesía de Gátova, donde se suspende la limitación de velocidad y, por tanto, se espera que la dispersión de velocidades entre ciclistas y vehículos a motor tienda a aumentar:

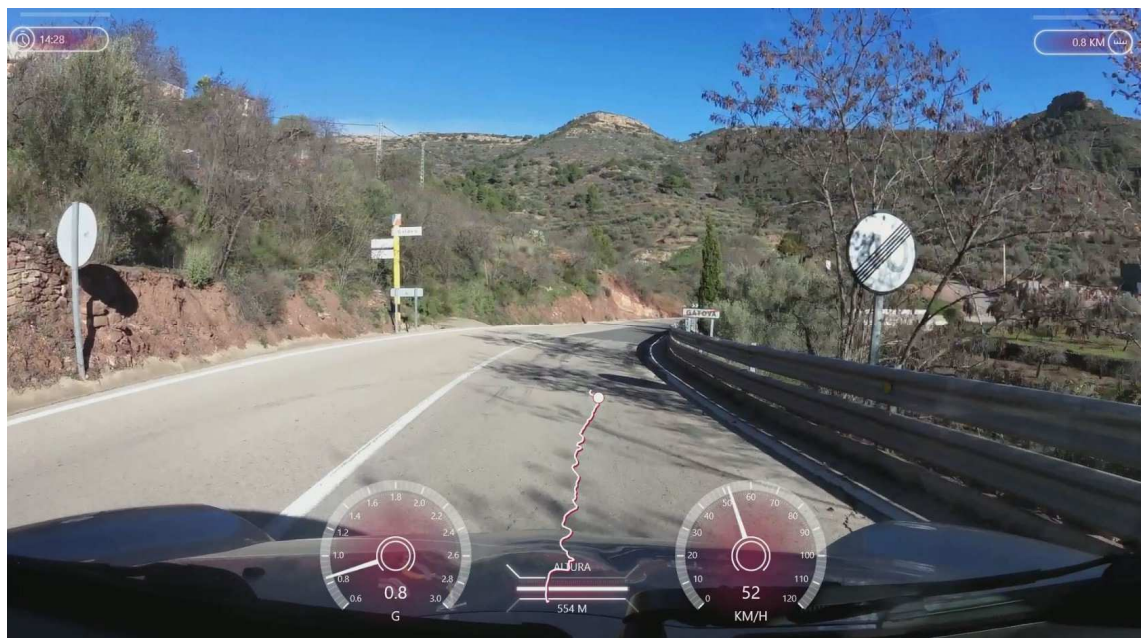


Ilustración 112. CV-25 en P.K. 19+900, sentido decreciente de PP.KK.

2. P.K. 19+500. Coincidiendo con el inicio del recorrido se propone la ubicación de una señal advirtiendo de la presencia ciclista en el tramo, así como de la presencia de apartaderos en la parte derecha de la vía para los ciclistas.



Ilustración 113. CV-25 en P.K. 19+50, sentido decreciente de PP.KK. Señalización propuesta en margen derecha.

3. P.K. 19+000. En este punto la dispersión de velocidades ronda los 30 km/h. Sin embargo, la visibilidad y el ancho de la sección son suficientes para realizar el adelantamiento a los ciclistas, por lo que no se propone ninguna actuación:

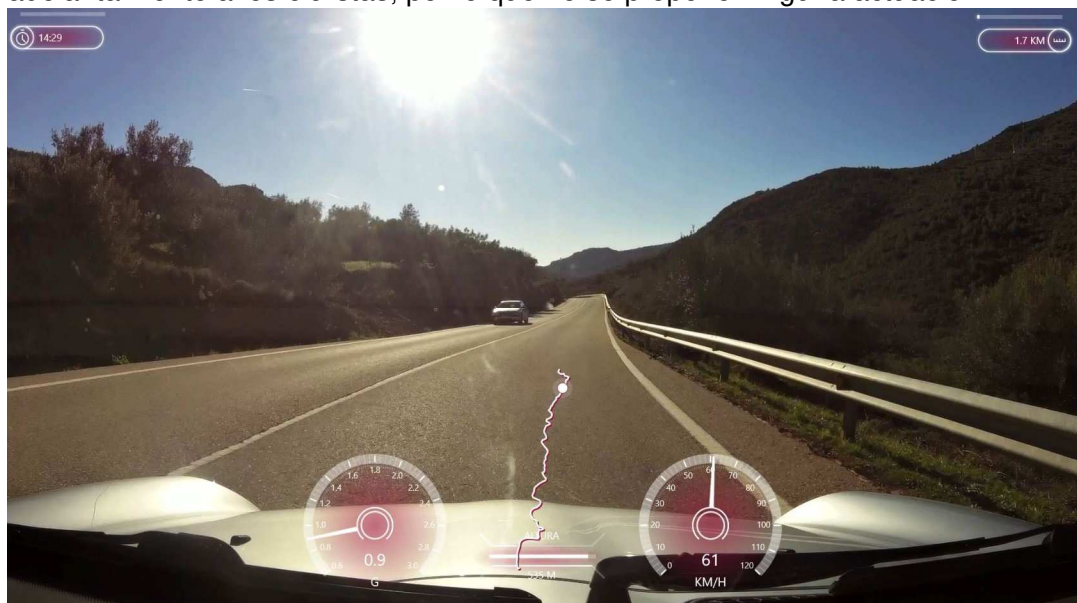


Ilustración 114. CV-25 en P.K. 19+000, sentido decreciente de PP.KK.

4. 18+625. Este punto exige actuaciones pese a que la velocidad de ciclistas y vehículos a motor al paso por este punto no es excesivamente diferente. Se produce un cambio de sección y de pavimento que debería señalizarse. Además, la señalización existente es incoherente, pues la señal con galones existente no es adecuada para indicar dicho estrechamiento de sección.



Ilustración 115. CV-25 en P.K. 18+625, sentido decreciente de PP.KK.

5. P.K. 17+900. Este punto, si se considerara únicamente la dispersión de velocidades entre ciclistas y vehículos a motor no sería necesario. Sin embargo, existe una pérdida de visibilidad que puede solucionarse mediante el recorte de la vegetación existente:

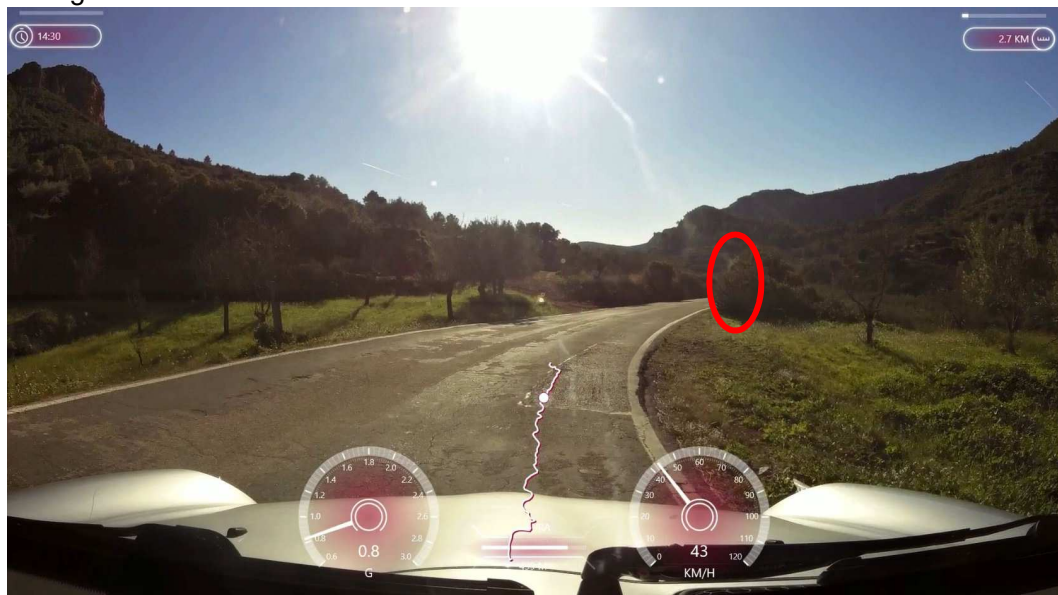


Ilustración 116. CV-25 en P.K. 17+900, sentido decreciente de PP.KK. Recorte de vegetación existente.

6. P.K. 17+550. En concordancia con las con las condiciones expuestas para este punto (P.K. 17+400 en sentido creciente de PP.KK.), se propone el recordatorio de la presencia ciclista en este tramo mediante una señal P-22. De esta forma, se pretende poner la atención de los conductores en este aspecto dada la amplia visibilidad existente, la cual puede inducir velocidades elevadas en los conductores.



Ilustración 117. CV-25 en P.K. 17+550, sentido decreciente de PP.KK. Señalización de presencia ciclista.

7. P.K. 15+850. En este punto se produce la entrada al municipio de Marines Viejo mediante la travesía existente. Las velocidades, como se ha indicado anteriormente, quedan limitadas a 40 km/h y no se proponen actuaciones hasta el P.K. 15+150, donde finaliza la travesía.

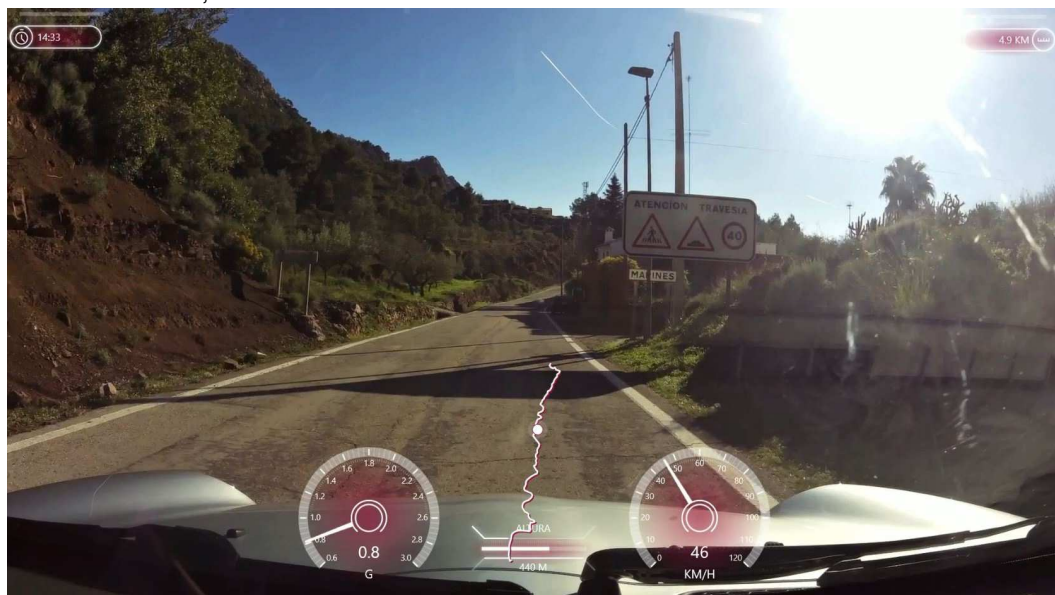


Ilustración 118. CV-25 en P.K. 15+850, sentido decreciente de PP.KK. Travesía de entrada a Marines Viejo.

8. P.K. 15+050. De igual forma que en sentido ida, se propone un apartadero a la salida de la travesía. La limitación de velocidad y las condiciones de la travesía pueden provocar una circulación en cola tras un ciclista, aumentando las expectativas de adelantamiento tras abandonar el tramo de travesía. La dispersión de velocidades en este punto es de 15 km/h, suficiente para generar un adelantamiento, mientras que la visibilidad ronda los 70 m, algo escasa para los 75 metros que exigiría la Instrucción 3.1-IC. El apartadero propuesto, además, aprovecha un sobrancho existente en la margen derecha.



Ilustración 119. CV-25 en P.K. 15+050, sentido decreciente de PP.KK. Apartadero propuesto en margen derecha.

9. P.K. 13+500. Dada la pendiente negativa existente en prácticamente todo el recorrido, no existen numerosos puntos de dispersión elevada de velocidades. En este punto, coincidiendo además con un apartadero propuesto en sentido creciente de PP.KK., la dispersión de velocidades asciende a 20 km/h y, pese a que la visibilidad es suficiente, el ancho de la vía puede limitar la separación real durante el adelantamiento. Por esto, se propone un apartadero en la margen derecha:



Ilustración 120. CV-25 en P.K. 13+500, sentido decreciente de PP.KK. Apartadero propuesto en margen derecha.

10. P.K. 13+000. En este punto se alcanza la diferencia de velocidades entre ciclistas y vehículos a motor más elevada de todo el estudio. Las condiciones son favorables para ello; una recta prolongada, visibilidad de prácticamente 200 metros y terreno despejado y privado en los alrededores de la vía. No obstante, el ancho de la vía puede resultar escaso para el adelantamiento seguro a los



ciclistas. Coincidiendo con un apartadero propuesto en sentido creciente de PP.KK., se propone un apartadero en la margen derecha.



Ilustración 121. CV-25 en P.K. 13+000, sentido decreciente de PP.KK. Apartadero propuesto en margen derecha.

11. P.K. 12+400. En esta localización no se definen actuaciones en forma de apartadero. Coincidiendo con lo indicado en sentido opuesto, existe una masa vegetal en el interior de la curva que limita la visibilidad hasta los 65 metros, insuficiente dadas las velocidades en este punto. Por esto, la actuación propuesta es la de recortar dicha masa vegetal, aumentando la visibilidad de la carretera hasta los 110 metros:



Ilustración 122. CV-25 en P.K. 12+400, sentido decreciente de PP.KK. Recorte de masa vegetal por el interior de la curva.

12. P.K. 11+850. De la misma forma que los dos últimos apartaderos propuestos, se tiene un punto donde la visibilidad es suficiente, pero el ancho de la carretera es escaso dada la velocidad de circulación de los vehículos a motor. Por esto, y de nuevo coincidiendo con un apartadero propuesto en sentido contrario, se define



la propuesta de apartadero en la margen derecha que, por otra parte, aprovecha un sobreeschifo existente, no exigiendo así excesivo terraplén por este lado:

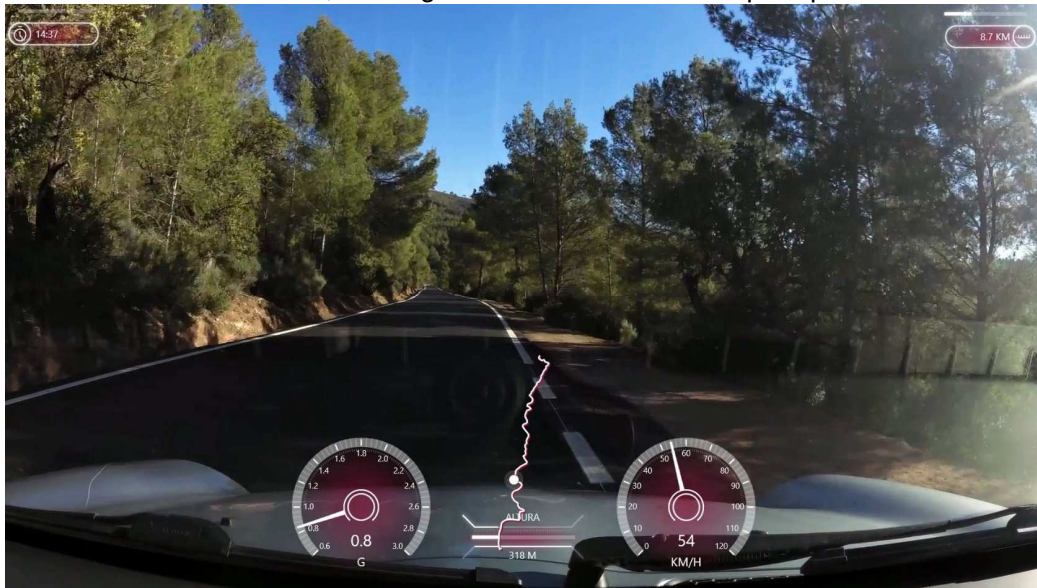


Ilustración 123. CV-25 en P.K. 11+850, sentido decreciente de PP.KK. Apartadero propuesto en margen derecha.

A modo de resumen de este apartado, se muestra una tabla idéntica a la elaborada para el apartado anterior, con las actuaciones propuestas, su punto de actuación, velocidades de vehículos a motor y ciclistas, distancia de visibilidad y, en el caso de los apartaderos, la distancia de adelantamiento que exige la Instrucción 3.1-IC:

ID	P.K.	V85 coche	V60 ciclistas	Dist. Visib.	3.1-IC	Actuación
1d	20+300	49.97	40.7			Sin actuaciones
2d	19+950	60.2	41.3	91.8	100	Señal inicio tramo
3d	19+000	63.92	40.7	115	100	Sin actuaciones
4d	18+775	49.74	40.7	65	75	Señal P-17
5d	17+900	45.73	40.7	83	75	Recorte vegetación
6d	17+650	46.63	40.7			Señal P-22
7d	15+850	-	-			Entrada Marines Viejo
8d	15+150	54.8	40.7	70	75	1º apartadero
9d	13+500	60.71	40.5	110	100	2º apartadero
10d	13+000	88.8	40.5	200	165	3º apartadero
11d	12+400	68.01	40.5	65	100	Recorte vegetación
12d	11+850	74.6	40.5	220	130	4º apartadero

Tabla 16. Actuaciones propuestas en CV-25, sentido decreciente de PP.KK.

12.2.3. Coordinación de mejoras entre sentidos.

Para permitir una mayor continuidad de los trabajos de ejecución de las propuestas indicadas, se ha tratado de hacer coincidir algunas actuaciones en el mismo punto. De esta forma, por un lado, se evitan traslados innecesarios de medios, equipos, señalización de la actuación, tramitación de permisos, reparaciones tras la actuación, etcétera, lo cual repercute directamente en el coste de la intervención.



Por otra parte, los conductores perciben el punto singular de forma más clara, con actuaciones a ambos lados y un ensanchamiento de la sección, mejorando la seguridad vial del tramo y evitando una serie de actuaciones alternadas entre sentidos que puedan distorsionar su fin real.

De esta forma, tres de los cuatro apartaderos propuestos en sentido decreciente de PP.KK. coinciden con apartaderos propuestos en sentido contrario, toda vez que, dada la esencia del recorrido y sus condiciones, se trata de puntos favorables para ello, donde los vehículos a motor adquieren mayores velocidades y aumenta la dispersión de velocidades con respecto a los ciclistas. Por lo tanto, no se trata de una medida de ahorro totalmente impuesta y condicionante del resultado final, sino que el propio trazado tiende a concentrar estos puntos en ambos sentidos.

12.2.4. Aspectos constructivos de los apartaderos.

Con respecto de los apartaderos, que son la principal intervención de obra civil de entre las propuestas realizadas, cabe definir el paquete de firmes necesario para la circulación de ciclistas.

La Instrucción 6.1-IC de firmes establece la explanada y paquetes de firmes según la categoría de tráfico pesado. En este caso, dado el escaso tráfico de vehículos pesados y por tratarse además de un ensanche de la vía existente existen dos enfoques. Por un lado, se puede acometer el diseño de los apartaderos como un elemento nuevo, asumiendo la explanada para menores solicitaciones estructurales, tipo E1, y la menor categoría de tráfico pesado, T42. En ese caso, una sección de firme aceptable, asumiendo que el suelo subyacente en los puntos de actuación es adecuado, se compone de 35 cm de zahorra artificial y 5 cm de mezcla bituminosa.

Por otro lado, es viable definir el paquete de firmes de los apartaderos según el apartado 7 de la Instrucción 6.1-IC, sobre arcenes. Tratando los apartaderos como arcenes superiores a 1.25 metros de ancho y con categoría de tráfico pesado T42, la Instrucción establece que el arcén, que estará enrasado con la calzada, puede tener un pavimento consistente en un riego con gravilla, estando el firme formado por una capa de zahorra artificial y una explanada de zahorra o suelo seleccionado.

No obstante, dado el carácter deportivo de la zona de actuación para ciclistas de carretera, se descarta esta actuación sin pavimentar y se propone el paquete de firmes siguiente:

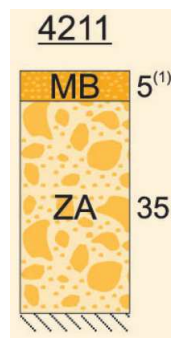


Ilustración 124. Paquete de firmes propuesto para los apartaderos.

Los materiales de la sección de firme definida serán, según la Instrucción 6.1-IC y el PG-3:



- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente, de tipo AC22 SURF D. Tras su extendido se aplicará un riego de curado de tipo C60B3 CUR.
- 35 cm de zahorra artificial aportada desde cantera. Tras su extendido y compactación y previa extensión de la mezcla bituminosa se debe realizar un riego de imprimación de tipo C60BF4 IMP.

Como se ha comentado, una opción para garantizar la ejecución completa de los trabajos puede ser tratar de convertir estas actuaciones en un paquete conjunto con la rehabilitación o mejora del firme existente en el resto de la CV-25. Por esto, el paquete de firmes propuesto es susceptible de sufrir cambios si, por razones de economía y suministro, resulta más ventajoso escoger una opción que permita continuidad con el firme a ejecutar en todos los puntos, previa justificación a la dirección facultativa.

12.2.5. Viabilidad en la ejecución.

De cara a la oferta, adjudicación y ejecución de estas actuaciones, principalmente los apartaderos, su condicionante principal es su espaciado a lo largo de toda la carretera y la falta de continuidad que sería adecuada para los equipos de movimiento de tierras y extendido de aglomerado.

Por esto, a la vista de las actuaciones realizadas en los últimos años en la carretera, podría, desde la Consellera d'Infraestructures, tratarse de ligar la ejecución de las actuaciones propuestas a una futura mejora del pavimento existente en el recorrido. Actualmente existe un pequeño tramo recientemente mejorado con carácter de urgencia entre Gátova y Olocau, quedando el resto del tramo con un pavimento en un pobre estado de conservación. De esta forma, siempre que se contasen con los suficientes fondos públicos, se formaría un paquete de actuación para completar de una vez todas las actuaciones indicadas en este documento y, por otra parte, completar la mejora del pavimento iniciada en 2018 en esta carretera.

En el apartado 13 de este documento se valoran alternativas parciales para acometer parte de las medidas aportadas según la capacidad de inversión de las administraciones competentes, tratando de optimizar las cantidades económicas invertidas en las actuaciones que más mejorarán la seguridad vial y estableciendo un orden de prioridad entre las propuestas.

12. Relación valorada de las intervenciones.

En este apartado se valora el coste económico de las unidades de obra previstas según las propuestas realizadas. Para ello, se han definido los trabajos que componen las propuestas realizadas para posteriormente establecer prioridades de inversión en caso de que no sea posible la realización completa de los trabajos.

Mediante una valoración general de los trabajos, el precio estimado de la totalidad de las actuaciones es el indicado en la siguiente relación, obtenida mediante la creación de un presupuesto en el software de control de costes Presto:



Adecuación del tramo de la CV-25 entre el PK 6+930 y el PK 20+580 para la integración del tráfico ciclista, mejora de la seguridad vial y la funcionalidad



Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
MOV. TIERRAS				1.0	18958.71	18958.71
P01	Partida	m2	Despeje y desbroce del terreno	3810	.58	2209.8
P02	Partida	m3	Excavación desmonte todo tipo de terreno	1050	5.78	6069.
P03	Partida	m3	Terraplén de suelo excavado	285	6.8	1938.
P04	Partida	m3	Relleno explanada y compactación en tongadas	1200	6.7	8040.
P14	Partida	ud	Tala árbol <30 cm de tronco con extracción de tocón	33	21.27	701.91
MOV. TIERRAS				1.0	18958.71	18958.71
FIRMES Y PAV.				1.0	162324.02	162324.02
P15	Partida	m3	Zahorra artificial, incluso transporte, extendido y compactación	1450	21.56	31262.
P06	Partida	m2	Pavimento de 5 cm de espesor tipo MBC AC22 SURF D, de rodadura	2305	53.04	122257.2
P07	Partida	t	Betún asfáltico 50/70 para mezcla bituminosa	10.70	447.	4782.9
P08	Partida	t	Riego de imprimación C60BF4 IMP	5.32	372.	1979.04
P09	Partida	t	Riego de curado C60B3 CUR	5.32	384.	2042.88
FIRMES Y PAV.				1.0	162324.02	162324.02
SEÑALIZACIÓN				1.0	2894.	2894.
P10	Partida	ud	Señal triangular 900 mm de lado colocada sobre poste	3	72.	216.
P11	Partida	ud	Cartel S-860 de inicio tramo	2	550.	1100.
P12	Partida	ud	Banda blanca continua de 10 cm de ancho pintada sobre pavimento	1350	.6	810.
P13	Partida	ud	Pictograma de bicicleta blanco pintado sobre pavimento	14	60.	840.
P14	Partida	ud	Flecha direccional de 0,90 m de longitud, pintada sobre pavimento	14	75	1050
SEÑALIZACIÓN				1.0	4016.	4016.
SEG. Y SALUD				1.0	4586.9	4586.9
S01	Partida	PA	Partida alzada para justificación de presupuesto, 2.5% sobre act	1	4586.9	4586.9
SEG. Y SALUD				1.0	4586.9	4586.9
GES. RESIDUOS				1.0	6880.3	6880.3
G01	Partida	Pa	Partida alzada para gestión residuos	1.	6880.3	6880.3
GES. RESIDUOS				1.0	6880.3	6880.3
PRESUPUESTO				1.0	196765.93	196765.93

Tabla 17. Relación valorada de las propuestas.



13. Alternativas de actuación según capacidad de inversión.

Dada la singularidad de estas actuaciones, es probable que las administraciones dispongan de cantidades económicas para la realización de las mejoras en el trazado menores de las previstas en el presupuesto del apartado anterior. Por ello, en este apartado se diseñan actuaciones parciales para que, según la capacidad económica de las administraciones, se realicen actuaciones parciales compensadas pero manteniendo el objetivo de mejorar la seguridad vial.

En un primer nivel de inversión, el más bajo, se prevén las actuaciones de menor importancia como primera prioridad, dado su bajo coste en relación con la mejora que suponen, en concreto los recortes de vegetación para mejora de la visibilidad y las señalizaciones propuestas. Además, se deberán realizar, al menos, un apartadero en cada sentido de circulación. Por esto, la tabla siguiente muestra las actuaciones reducidas de la alternativa con nivel más bajo de inversión.

ID	P.K.	V85 coche	V60 ciclistas	Dist. Visib.	3.1-IC	Actuación
Sentido creciente PP.KK.						
1	9+800	-	-	-	-	Señal inicio tramo
2	11+480	57.54	22.1	45	-	Recorte vegetación
3	12+400	60.74	22.1	75	-	Recorte vegetación
4	13+000	62.8	20.2	181	100	3º apartadero
5	17+400	55.81	21.3	150	-	Señal P-22
Sentido decreciente PP.KK.						
1	19+950	60.2	41.3	91.8	100	Señal inicio tramo
2	18+775	49.74	40.7	65	75	Señal P-17
3	17+900	45.73	40.7	83	75	Recorte vegetación
4	17+650	46.63	40.7	-	-	Señal P-22
5	15+150	54.8	40.7	70	75	1º apartadero

Tabla 18. Actuaciones propuestas para nivel de inversión 1.

Esta relación representa las actuaciones que mayor influencia tienen sobre seguridad vial, señalizando aspectos que actualmente pasan desapercibidos y disponiendo apartaderos donde la dispersión de velocidades o la demora pueden ser superiores, aunque, como ya se ha indicado, el objetivo final debe ser completar la totalidad de las propuestas indicadas en este documento.

Con las actuaciones planteadas en la tabla anterior, el coste de ejecución pasa a 28400.66 €, que es el 15% del coste total y representa la mínima actuación posible.

En un nivel más elevado de inversión, las actuaciones realizables son las indicadas en la siguiente tabla:



ID	P.K.	V85 coche	V60 ciclistas	Dist. Visib.	3.1-IC	Actuación
Sentido creciente PP.KK.						
1	9+800	-	-	-		Señal inicio tramo
2	10+500	47.87	22.1	95	75	1º apartadero
3	11+480	57.54	22.1	45	-	Recorte vegetación
4	12+400	60.74	22.1	75	-	Recorte vegetación
5	13+000	62.8	20.2	181	100	3º apartadero
6	13+500	53.4	20.2	110	75	4º apartadero
7	14+600	56.1	20.2	75	75	6º apartadero
8	15+950	56.8	21.3	80	75	7º apartadero
9	17+400	55.81	21.3	150		Señal P-22
10	18+900	54.2	18.9	165	75	10º apartadero
Sentido decreciente PP.KK.						
1	19+500	60.2	41.3	91.8	100	Señal inicio tramo
2	18+775	49.74	40.7	65	75	Señal P-17
3	17+900	45.73	40.7	83	75	Recorte vegetación
4	17+650	46.63	40.7	-	-	Señal P-22
5	15+150	54.8	40.7	70	75	1º apartadero
6	13+500	60.71	40.5	110	100	2º apartadero
7	13+000	88.8	40.5	200	165	3º apartadero

Tabla 19. Actuaciones propuestas para nivel de inversión 2.

Esta segunda alternativa, más completa y distribuida en todo el recorrido, representa un coste mayor, dado el mayor número de apartaderos propuestos. Se han propuesto apartaderos que minimizan la demora al circular tras un ciclista y tratando de hacer coincidir actuaciones en ambos sentidos para evitar movimientos de maquinaria.

El coste de esta actuación parcial asciende a 124614.9€ y representa un 64% del total.

No parece necesario definir un nivel mayor de inversión, ya que para completar todas las actuaciones propuestas restarían únicamente los apartaderos 2º, 5º, 8º y 9º en sentido creciente de PP.KK. y el apartadero 4º en sentido decreciente, representando dicha actuación ya el 100% de las propuestas.



14. Conclusiones

Con este apartado se concluye el presente Trabajo Final de Máster “Adecuación del tramo de la CV-25 entre el P.K. 6+930 y el P.K. 20+580 para la integración del tráfico ciclista, mejora de la seguridad vial y la funcionalidad”.

Como se ha tratado de exponer, se ha realizado una propuesta de mejora de seguridad vial en una carretera existente de la que no se disponían aforos de vehículos ni de ciclistas. No obstante, mediante aplicaciones relacionadas con el *Big Data* se han extraído datos que, realizando una única visita de campo han permitido recopilar gran cantidad de datos para construir un modelo de velocidad de operación más que suficiente para analizar los potenciales puntos de conflicto de la vía.

De esta forma, se pueden optimizar las salidas a campo y ampliar la cantidad de datos que se obtienen en estas, previo trabajo en gabinete para preparar las aplicaciones y medios necesarios ya que, para obtener perfiles de velocidad es necesario equipar bicicletas, vehículos y realizar diferentes recorridos. De esta manera, se obtienen datos de usuarios que, voluntariamente, alimentan estas aplicaciones.

Desde STRAVA™ es posible obtener más datos de los expuestos en este trabajo, si bien el proceso de obtención podría suponer una barrera, pues no existe una forma más adaptada a estudios científicos o de investigación, dificultando mucho el proceso en estos casos. Por ello, sería de gran ayuda que este tipo de aplicaciones permitieran el acceso desde un perfil científico para un análisis más en profundidad de los datos, por la seguridad vial y, a fin de cuentas, por el bien de sus propios usuarios.

También entra en este conflicto de intereses la ley de protección de datos, pues mediante STRAVA™. Hasta hace escasos meses, se podía obtener localizaciones exactas de los usuarios con fecha y hora, un aspecto que podía vulnerar derechos de privacidad de los usuarios y que provocó que STRAVA™ limitara fuertemente la obtención de estos datos de forma automática.

Es cierto que la literatura existente en este ámbito es escasa, siendo este un campo muy interesante y motivador para proseguir con las investigaciones, más si cabe con el gran auge que en España está experimentando el ciclismo deportivo y de ocio, especialmente en un territorio tan favorable para ello como es la Comunitat Valenciana.

Con las medidas de actuación expuestas, en concreto la medida más singular incluida en las propuestas basada en ensanches puntuales de la plataforma, es posible integrar la circulación ciclista en una vía muy frecuentada por este tipo de tráfico, con características comunes a otras vías con abundante uso ciclista. De esta forma, con actuaciones de coste razonable y con alternativas de actuación con inversiones progresivas se aumenta la seguridad vial de los usuarios más vulnerables y se aumenta la funcionalidad de la vía.

Con este documento, finaliza la titulación de Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, conforme se reciba la calificación del tribunal en el día de la defensa pública de este trabajo.

Valencia, a 9 de noviembre de 2019.



15. Agradecimientos

Este Trabajo Final de Máster se ha realizado con la colaboración del Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC), dentro del Departamento de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes.

Pese a las dificultades en la elaboración de este documento, por encontrarme trabajando en otra comunidad autónoma durante casi la totalidad del proceso, agradezco a mis tutores de este trabajo, Francisco Javier Camacho Torregrosa y Griselda López Camacho su atención y recomendaciones académicas y personales durante todo este proceso.



16. Referencias

- Dirección General de Movilidad y Transportes. *Libro Blanco del Transporte*. Bruselas: Unión Europea, 2011.
- Ben Beck et. al «Bicycling crash characteristics: An in-depth crash investigation study.» *Accident Analysis and Prevention*, 2016: 219-227.
- Biljana Ivanović et. al «Research on the length of passing distance in the real traffic flow.» *Gradevinar*, 2014: 823-830.
- David C. Love et. al «Is the three-foot bicycle passing law working in Baltimore, Maryland?» *Accident Analysis and Prevention*, 2012: 451-456.
- Francisco Javier Camacho Torregrosa et al. «Identification of cyclist volume patterns in Spain using observations and Strava data.» *7th International Cycling Safety Conference, ICSC2018*, 2018.
- Francisco Javier Camacho Torregrosa et al «Estudio de la evolución de pelotones ciclistas en carreteras convencionales.» *Proyecto Bike2Lane*, 2016.
- Jonathan Digoia et. al «Safety impacts of bicycle infrastructure: A critical review.» *Journal of Safety Research*, 2017: 105-119.
- Kristiann C. Heesch et. al «Cyclists' perceptions of motorist harassment pre- to post-trial.» *Health Promotion Journal of Australia*, 2017: 247-250.
- Marco Dozza et. al «How do drivers overtake cyclists?» *Accident Analysis and prevention*, 2016: 29-36.
- Stella C. Shackel et. al «Influence of road markings, lane widths and driver behaviour.» *Accident Analysis and Prevention*, 2014: 100-108.
- Alfredo García García et. al «Effects of road geometry on the interaction between cyclists and vehicles on two-lane rural highways.» *5th International Symposium on Highway Geometric Design*, 2017.
- Red de Ciudades por la Bicicleta. *Barómetro de la Bicicleta en España*. Informe de resultados, Barcelona: GESOP, 2017.
- Transportation Research Board. *Highway capacity manual*. 2010.
- Piedra Cabanes, Javier. *Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: La bicicleta en la red de carreteras de la Diputación de Valencia*. Valencia, 22 de Octubre de 2015.
- Camacho Torregrosa, Francisco Javier. «Identification of cyclist volume patterns in Spain using observations and Strava data.» 2016.
- Llorca García, Carlos, et al Motor vehicles overtaking cyclists on two-lane rural roads: Analysis on speed and lateral clearance. *Safety Science*, 2017: 302-310.
- European Transport Safety Council - BIKEPAL Project. *BikePal / ETSC*. 2014. <https://etsc.eu/projects/bike-pal/> (último acceso: 14 de 12 de 2018).



Ministerio de Fomento *Base de precios de referencia de la dirección general de carreteras*. Madrid: Dirección general de carreteras, 2016.

—. *Instrucción de carreteras Norma 3.1-IC*. Madrid: Dirección General de Carreteras, 2016.

—. *Instrucción de Carreteras. Norma 6.1-IC*. Madrid: Dirección General de Carreteras, 2003.

—. *Instrucción de Carreteras. Norma 8.1-IC*. Madrid: Dirección General de Carreteras, 2014.

Llorca García, Carlos. *Análisis del adelantamiento en carreteras convencionales y propuesta de modelos para la mejora del diseño y de la señalización de las mismas*. Valencia: Escuela de Doctorado, Universitat Politècnica de València, 2015.

Strava. Inc. *Strava*. s.f. www.strava.com (último acceso: 2 de noviembre de 2019).

Ministerio de Interior. *Reglamento General de Circulación*. Madrid: Ministerio de la Presidencia, 1990.

Maldonado, Griselda López. «Estimación de la demanda ciclista en carretera usando datos de la plataforma Strava.» *Proyecto Bike2lane*, 2016.

Nacional, Instituto Geográfico. *Plan Nacional de Ortofotografía Aérea*. s.f. <https://pnoa.ign.es/presentacion> (último acceso: 26 de agosto de 2019).

SAFECYCLE. « Recommendations on standardisation, deployment and a research agenda.» 2012.

Dirección General de Tráfico. *Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020*. Madrid: Dirección General de Tráfico, 2010.

Dirección General de Tráfico. *Las principales cifras de la siniestralidad de los ciclistas*. Publicación oficial, Madrid: Dirección General de Tráfico, 2016.

Department of State of New Jersey Transportation. *Roadway Design Manual*. 2015.

Ministerio de obras públicas y urbanismo. *Norma de carreteras 8.2-IC*. Madrid: Centro de publicaciones MOPU, 1987.

Pérez Zuriaga, Ana María. «Drivers' behaviour overtaking a bicycle peloton on two-lane rural roads.» *7th International Cycling Safety Conference, ICSC2018*, 2018.



Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Carreteras objeto del estudio y sus características geométricas. (Effects of road geometry on interaction between cyclists and vehicle on two lane rural highways. García et al. 2015)</i>	17
<i>Tabla 2. Ejemplo de datos de velocidad en un segmento por percentiles según STRAVA™</i>	37
<i>Tabla 3. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Puntals-Olocau +50m” en STRAVA™.</i>	43
<i>Tabla 4. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Olocau-Marines Viejo” en STRAVA™.</i>	45
<i>Tabla 5. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Calle Purísima 6 – Climb” en STRAVA™.</i>	47
<i>Tabla 6. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Marines-Gátova” en STRAVA™.</i>	49
<i>Tabla 7. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Calle del Calvario, 13 - Climb” en STRAVA™.</i>	52
<i>Tabla 8. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Gátova a Marines Viejo” en STRAVA™.</i>	54
<i>Tabla 9. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Gátova a Marines Viejo” en STRAVA™.</i>	56
<i>Tabla 10. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “repecho cementerio Olocau” en STRAVA™</i>	58
<i>Tabla 11. Percentiles de velocidad de la clasificación general del segmento “Bajada Olocau Rotonda Marines” en STRAVA™</i>	60
<i>Tabla 12. Tabla 3.2. de la Instrucción 3.1-IC.</i>	71
<i>Tabla 13. Identificación y ubicación de puntos de actuación según P.K en el tramo comprendido entre el 9+760 y 20+580. Sentido creciente de PP.KK.</i>	74
<i>Tabla 14. Actuaciones propuestas en CV-25, sentido creciente de PP.KK.</i>	86
<i>Tabla 15. Identificación y ubicación de puntos de actuación según P.K en el tramo comprendido entre el 9+760 y 20+580. Sentido decreciente de PP.KK.</i>	87
<i>Tabla 16. Actuaciones propuestas en CV-25, sentido decreciente de PP.KK.</i>	93
<i>Tabla 17. Relación valorada de las propuestas.</i>	96
<i>Tabla 18. Actuaciones propuestas para nivel de inversión 1.</i>	97
<i>Tabla 19. Actuaciones propuestas para nivel de inversión 1.</i>	98



Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Evolución en el uso de la bicicleta desde 2018 a 2017. (Barómetro de la bicicleta, Red de Ciudades por la Bicicleta, 2017).</i>	7
<i>Ilustración 2. Comparación de accidentes incluyendo bicicletas y excluyendo bicicletas entre 2007 y 2016. (Las principales cifras de la siniestralidad de los ciclistas; Dirección General de Tráfico, 2016).</i>	7
<i>Ilustración 3. Accidentes en vías urbanas e interurbanas en 2016. Grados de gravedad según existen ciclistas implicados y la vía en que se produce el accidente. (Las principales cifras de la siniestralidad de los ciclistas; Dirección General de Tráfico, 2016).</i>	8
<i>Ilustración 4. Imagen corporativa de los proyectos europeos Safecycle y Bikepal.</i>	9
<i>Ilustración 5. Distribución de la red de carreteras de la Diputació de València; longitud total según IMD. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputación de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)</i>	11
<i>Ilustración 6. Ejemplo de carretera de la Diputació de València; CV-310 en la bajada del Mirador del Garbí hacia Náquera. (Google Maps, 2019)</i>	11
<i>Ilustración 7. Mejoras realizadas en la red de la Diputació de València desde 1995. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputación de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)</i>	11
<i>Ilustración 8. Distribución de la red de carreteras de la Diputació de València; longitud total según IMD. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputación de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)</i>	12
<i>Ilustración 9. Señalización a instalar en itinerarios frecuentados por ciclistas. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputación de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)</i>	12
<i>Ilustración 10. Medidas sobre el pavimento. (Coexistencia entre ciclistas y tráfico motorizado: la bicicleta en la red de carreteras de la Diputación de València. Javier Piedra Cabanes, 2015)</i>	13
<i>Ilustración 11. Las 4 fases en el adelantamiento de coche a bicicleta.. (How do drivers overtake cyclists? Marco Dozza et al. 2015)</i>	15
<i>Ilustración 12. Distancias de adelantamiento en dos calles de Baltimore. Límite legal de 3 pies y influencia del tipo de carril. (Is the three-foot law working in Maryland? Love et al. (2012))</i>	16
<i>Ilustración 13. Velocidades relativas durante el adelantamiento a ciclistas. "Motor vehicles overtaking cyclists on two-lane rural roads. Analysis on lateral clearance. Llorca et al. 2017</i>	16
<i>Ilustración 14. Separación lateral durante el adelantamiento según las carreteras objeto del estudio y el tipo de bicicleta empleada. (Effects of road geometry on interaction between cyclists and vehicle on two lane rural highways. García et al. 2015)</i>	18
<i>Ilustración 15. Separación durante el adelantamiento (m) según elemento geométrico en planta. (Effects of road geometry on interaction between cyclists and vehicle on two lane rural highways. García et al. 2015)</i>	18
<i>Ilustración 16. Carretera CV-310, P.K. 12+150. (Google Street View. 2018)</i>	19
<i>Ilustración 17. Correlación entre datos de STRAVA y datos reales en un punto concreto. (Estimación de la demanda ciclista en carretera usando datos de la plataforma STRAVA. López G. et al. 2018)</i>	20
<i>Ilustración 18. Aspecto de la CV-25. (Elaboración propia, 2018)</i>	21
<i>Ilustración 19. Tecnología LIDAR sobre drones. (xdrones.es, 2017)</i>	23
<i>Ilustración 20. Coberturas realizadas sobre el territorio español. (IGN, 2019)</i>	24
<i>Ilustración 21. Fechas de los datos más actualizados según cada región. (IGN, 2019)</i>	24
<i>Ilustración 22. Aspecto del modelo completo del terreno con datos LIDAR. El norte apunta a la derecha).</i>	25
<i>Ilustración 23. Aspecto del modelo, tras la eliminación de datos innecesarios, del terreno con datos LIDAR. (elaboración propia, 2018).</i>	26
<i>Ilustración 24. Aspecto del modelo completo del terreno con datos MDT05. Filtro de elevación por colores aplicado. El norte apunta a la derecha. (elaboración propia, 2018).</i>	27
<i>Ilustración 25. Aspecto del modelo del terreno con datos LIDAR. Filtro de elevación por colores aplicado. (elaboración propia, 2018).</i>	27



Ilustración 26. Aspecto del modelo del terreno con datos MDT05. Filtro de elevación por colores aplicado. (Elaboración propia, 2018).	28
Ilustración 27. Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D muestreando las líneas de nivel de los datos LIDAR. (Elaboración propia, 2018)	29
Ilustración 28. Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D muestreando las líneas de nivel de los datos MDT05. (Elaboración propia, 2018).	29
Ilustración 29 Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D con ortofotografía de fondo.	30
Ilustración 30. Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D mostrando el perfil de la alineación de la CV-25, paralelo al terreno.	30
Ilustración 31. Aspecto del espacio de trabajo en AutoCAD Civil3D, mostrando la sección transversal introducida para la CV-25, ancho carril de 2,5 metros.	31
Ilustración 32. Variación de la circulación ciclista observada según días de la semana. (Identification of cyclist volum patterns in Spain using observations and Strava data. Camacho et al. 2018)	32
Ilustración 33. Distribución 15-minutal de ciclistas durante un día entre semana de enero (izquierda) y julio (derecha). (Identification of cyclist volume patterns in Spain using observations and Strava data. Camacho et al. 2018)	32
Ilustración 34. Imagen tomada desde el vehículo instrumentado para la toma de datos de V85.	33
Ilustración 35. Aspecto de la cámara VIRB® ELITE de GARMIN® s de V85 (Garmin.com, 2015)	33
Ilustración 36. Vehículo empleado durante el recorrido de la CV-25 para la toma de datos.	34
Ilustración 37. Adelantamiento a un ciclista en el recorrido de ascenso del tramo para la toma de datos.	35
Ilustración 38. Señalización de advertencia sobre la circulación de ciclistas en el tramo. P.K. 7+025.	35
Ilustración 39. Logo de la plataforma STRAVA™, empleada para la obtención de datos del tráfico ciclista.	36
Ilustración 40. Clasificaciones posibles en cada segmento en STRAVA™, según edad, fecha, amigos en la aplicación, peso, etcétera. STRAVA™, 2019.	36
Ilustración 41. División del recorrido en sentido ida.	38
Ilustración 42. Inicio del tramo “Puntals-Olocau +50m” en sentido ida. P.K. 7+025	39
Ilustración 43. CV-25 en P.K. 7+845. Vía auxiliar adosada a vía principal.	40
Ilustración 44. CV-25 en P.K. 8+610. Acceso a camino rural sobre la vía auxiliar adosada a vía principal.	41
Ilustración 45. CV-25 en P.K. 9+200. Final del segmento “Puntals-Olocau +50m” en la glorieta de entrada al municipio de Olocau.	41
Ilustración 46. Aspecto del segmento “Puntals-Olocau +50m” en el visor de STRAVA™.	42
Ilustración 47. Clasificación general del segmento “Puntals-Olocau +50m” en STRAVA™.	42
Ilustración 48. CV-25 en P.K. 9+735. Inicio del segmento “Olocau-Marines Viejo” en la glorieta de salida del municipio de Olocau.	43
Ilustración 49. CV-25 en P.K. 10+500. Recorrido “Olocau-Marines Viejo” en sentido ida.	44
Ilustración 50. CV-25 en P.K. 15+135. Final del segmento “Olocau-Marines Viejo” en sentido ida.	44
Ilustración 51. Aspecto del segmento “Olocau-Marines Viejo” en el visor de STRAVA™.	45
Ilustración 52. CV-25 en P.K. 12+600. Recorrido “Calle Purísima 6 - Climb” en sentido ida. Inicio del tramo a la entrada del T.M. de Marines.	46
Ilustración 53. CV-25 en P.K. 15+490. Recorrido “Calle Purísima 6 - Climb” en sentido ida. Final del tramo a la salida del municipio de Marines.	46
Ilustración 54. Aspecto del segmento “Calle Purísima 6 - Climb” en el visor de STRAVA™.	47
Ilustración 55. CV-25 en P.K. 15+650. Imagen del recorrido “Marines-Gátova” en sentido ida. Inicio del tramo a la salida del municipio de Marines Viejo.	48
Ilustración 56. CV-25 en P.K. 20+550. Recorrido “Marines-Gátova” en sentido ida. Final del tramo en el semáforo del puente de Gátova.	48
Ilustración 57. Aspecto del segmento “Marines Gátova” en el visor de STRAVA™.	49
Ilustración 58. CV-25 en P.K. 17+550. Recorrido “Calle del Calvario, 13 – Climb” en sentido ida. Inicio del tramo en ascenso a media ladera.	50
Ilustración 59. CV-25 en P.K. 18+000. Recorrido “Calle del Calvario, 13 – Climb” en sentido ida.	50



Ilustración 60. CV-25 en P.K. 19+850. Recorrido “Calle del Calvario, 13 – Climb” en sentido ida. Entrada al municipio de Gátova, metros antes del final del recorrido. _____	51
Ilustración 61. Aspecto del segmento “Calle del Calvario, 13 - Climb” en el visor de STRAVA™. _____	51
Ilustración 62. División del recorrido en sentido vuelta. _____	52
Ilustración 63. CV-25 en P.K. 19+850. Recorrido “Gátova a Marines Viejo” en sentido vuelta. Salida del municipio de Gátova. _____	53
Ilustración 64. CV-25 en P.K. 15+500. Recorrido “Gátova a Marines Viejo” en sentido vuelta. Entrada a Marines Viejo. _____	53
Ilustración 65. Aspecto del segmento “Gátova a Marines Viejo” en el visor de STRAVA™. _____	54
Ilustración 66. CV-25 en P.K. 15+200. Recorrido “Marines Viejo - Olocau” en sentido vuelta. Salida del municipio de Marines Viejo. _____	55
Ilustración 67. CV-25 en P.K. 9+630. Recorrido “Marines Viejo - Olocau” en sentido vuelta. Glorieta de entrada a Olocau. _____	55
Ilustración 68. Aspecto del segmento “Marines Viejo - Olocau” en el visor de STRAVA™. _____	56
Ilustración 69. CV-25 en P.K. 8+950. Recorrido “repecho cementerio Olocau” en sentido vuelta. Salida del municipio de Olocau. _____	57
Ilustración 70. CV-25 en P.K. 8+500. Recorrido “repecho cementerio Olocau” en sentido vuelta. Coronación del repecho. _____	57
Ilustración 71. Aspecto del segmento “repecho cementerio Olocau” en el visor de STRAVA™. _____	58
Ilustración 72. CV-25 en P.K. 8+370. Recorrido “Bajada Olocau Rotonda Marines” en sentido vuelta. Coronación del repecho. _____	59
Ilustración 73. CV-25 en P.K. 6+930. Recorrido “Bajada Olocau Rotonda Marines” en sentido vuelta. Llegada a la glorieta. _____	59
Ilustración 74. Aspecto del segmento “Bajada Olocau Rotonda Marines” en el visor de STRAVA™. _____	60
Ilustración 75. Distribución de velocidades ciclistas V_x de cada segmento en sentido creciente de PP.KK. _____	61
Ilustración 76. Distribución de velocidades ciclistas V_x y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido creciente de PP.KK. _____	61
Ilustración 77. Diferencia entre velocidades ciclistas V_{60} y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido creciente de PP.KK. Umbral de 15 km/h para adelantamiento. _____	62
Ilustración 78. Distribución de velocidades ciclistas V_x de cada segmento en sentido decreciente de PP.KK. _____	63
Ilustración 79. Distribución de velocidades ciclistas V_x y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido decreciente de PP.KK. _____	64
Ilustración 80. Diferencia entre velocidades ciclistas V_{60} y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido decreciente de PP.KK. Umbral de 15 km/h para adelantamiento. _____	64
Ilustración 81. CV-25 en P.K. 7+075. Calzada principal y calzada accesoria. _____	66
Ilustración 82. CV-25 en P.K. 7+025. Calzada principal y calzada accesoria. _____	66
Ilustración 83. CV-25 en P.K. 6+930. Salida hacia calzada accesoria desde glorieta. _____	67
Ilustración 84. CV-25 en P.K. 7+845. Vía auxiliar adosada a vía principal. _____	68
Ilustración 85. CV-25 en P.K. 8+610. Acceso a camino rural sobre la vía auxiliar adosada a vía principal. _____	68
Ilustración 86. CV-25 en P.K. 9+200. Final del segmento “Puntals-Olocau +50m” en la glorieta de entrada al municipio de Olocau. _____	69
Ilustración 87. Apartaderos o “Turnouts” en el Manual de Capacidad HCM 2010. _____	70
Ilustración 88. Elementos de la distancia longitudinal de adelantamiento según el modelo de la AASHTO. Research on the length of passing distance in the real traffic flow” de Biljana Ivanovic y Nemanja Garunovic (Montenegro, 2014). _____	71
Ilustración 89. Distancia de adelantamiento en correlación con la longitud del vehículo adelantado. Research on the length of passing distance in the real traffic flow” de Biljana Ivanovic y Nemanja Garunovic (Montenegro, 2014). _____	72
Ilustración 90. Diferencia entre velocidades ciclistas V_{60} y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido creciente de PP.KK. Umbral de 15 km/h para adelantamiento. Puntos de actuación marcados en rojo y zonas urbanas sombreadas en gris. _____	73



<i>Ilustración 91. CV-25 en P.K.9+800. Señalización propuesta.</i>	74
<i>Ilustración 92. CV-25 en P.K. 10+370, sentido creciente de PP.KK.</i>	75
<i>Ilustración 93. CV-25 en P.K. 10+500. Apartadero propuesto en margen derecha. Sentido creciente de PP.KK.</i>	75
<i>Ilustración 94. CV-25 en P.K. 10+860, sentido creciente de PP.KK.</i>	76
<i>Ilustración 95. CV-25 en P.K. 11+480, sentido creciente de PP.KK. Recorte vegetal de la masa indicada en la imagen para mejora de la visibilidad.</i>	77
<i>Ilustración 96. CV-25 en P.K. 11+890, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.</i>	77
<i>Ilustración 97. CV-25 en P.K. 12+400, sentido creciente de PP.KK. Recorte vegetal de la masa indicada en la imagen para mejora de la visibilidad</i>	78
<i>Ilustración 98. CV-25 en P.K. 12+900, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.</i>	79
<i>Ilustración 99. CV-25 en P.K. 13+500, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.</i>	79
<i>Ilustración 100. CV-25 en P.K. 14+050, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.</i>	80
<i>Ilustración 101. CV-25 en P.K. 14+600, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.</i>	80
<i>Ilustración 102. CV-25 en P.K. 15+050, sentido creciente de PP.KK. Entrada al municipio de Marines Viejo por travesía.</i>	81
<i>Ilustración 103. CV-25 en P.K. 15+900, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha.</i>	82
<i>Ilustración 104. CV-25 en P.K. 16+560, sentido creciente de PP.KK.</i>	82
<i>Ilustración 105. CV-25 en P.K. 16+800, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha</i>	83
<i>Ilustración 106. CV-25 en P.K. 17+500, sentido creciente de PP.KK.</i>	83
<i>Ilustración 107. CV-25 en P.K. 17+900, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha</i>	84
<i>Ilustración 108. CV-25 en P.K. 18+900, sentido creciente de PP.KK. Apartadero propuesto por margen derecha</i>	84
<i>Ilustración 109. CV-25 en P.K. 19+350, sentido creciente de PP.KK.</i>	85
<i>Ilustración 110. CV-25 en P.K. 19+800, sentido creciente de PP.KK. Entrada al municipio de Gátova.</i>	85
<i>Ilustración 111. Diferencia entre velocidades ciclistas V60 y velocidad del coche instrumentado en cada punto del trazado en sentido decreciente de PP.KK. Umbral de 15 km/h para adelantamiento. Puntos de actuación marcados en verde y zonas urbanas sombreadas en gris.</i>	86
<i>Ilustración 112. CV-25 en P.K. 19+900, sentido decreciente de PP.KK.</i>	87
<i>Ilustración 113. CV-25 en P.K. 19+50, sentido decreciente de PP.KK. Señalización propuesta en margen derecha.</i>	88
<i>Ilustración 114. CV-25 en P.K. 19+000, sentido decreciente de PP.KK.</i>	88
<i>Ilustración 115. CV-25 en P.K. 18+625, sentido decreciente de PP.KK.</i>	89
<i>Ilustración 116. CV-25 en P.K. 17+900, sentido decreciente de PP.KK. Recorte de vegetación existente.</i>	89
<i>Ilustración 117. CV-25 en P.K. 17+550, sentido decreciente de PP.KK. Señalización de presencia ciclista.</i>	90
<i>Ilustración 118. CV-25 en P.K. 15+850, sentido decreciente de PP.KK. Travesía de entrada a Marines Viejo.</i>	90
<i>Ilustración 119. CV-25 en P.K. 15+050, sentido decreciente de PP.KK. Apartadero propuesto en margen derecha.</i>	91
<i>Ilustración 120. CV-25 en P.K. 13+500, sentido decreciente de PP.KK. Apartadero propuesto en margen derecha.</i>	91
<i>Ilustración 121. CV-25 en P.K. 13+000, sentido decreciente de PP.KK. Apartadero propuesto en margen derecha.</i>	92
<i>Ilustración 122. CV-25 en P.K. 12+400, sentido decreciente de PP.KK. Recorte de masa vegetal por el interior de la curva.</i>	92



<i>Ilustración 123. CV-25 en P.K. 11+850, sentido decreciente de PP.KK. Apartadero propuesto en margen derecha.</i>	<u>93</u>
<i>Ilustración 124. Paquete de firmes propuesto para los apartaderos.</i>	<u>94</u>