



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MASTER

Caracterización y modelización de la velocidad de operación
ciclista en carreteras convencionales.

Presentado por

García Císcar, Isabel

Para la obtención del


Master Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo

Curso: 2019/2020

Fecha: Septiembre 2020

Tutor: Camacho Torregrosa, Francisco Javier

Cotutor: Pérez Zuriaga, Ana María





RESUMEN

El ciclismo como actividad deportiva es una práctica habitual en las carreteras españolas. En las carreteras convencionales y los caminos que son frecuentadas por los ciclistas aumenta el riesgo de accidente por la interacción entre los distintos usuarios. La diferencia de velocidades entre los vehículos motorizados y los ciclistas es un indicador de la seguridad vial en dichos tramos. Anteriormente, no se han registrado numerosos estudios sobre la velocidad adoptada por los ciclistas en función de las características geométricas de la vía.

En el presente estudio se han instrumentado dos pelotones ciclistas, compuesto por 12 y 28 voluntarios respectivamente, con rastreadores GPS de frecuencia 1Hz para registrar la posición y la velocidad, además de cámaras en la parte trasera de las bicicletas. Estos dos pelotones han realizado dos itinerarios distintos, registrando un total de 112 km. La instrumentación de las bicicletas no ha modificado el rendimiento de los ciclistas, por lo que se trata de un estudio naturalista.

Los resultados de esta investigación se centran únicamente en la estimación de la velocidad desarrollada por los ciclistas en las curvas, analizando la velocidad registrada en el centro de cada curva circular. En el análisis de los datos se muestra la relación existente entre la velocidad y la alineación horizontal (el radio de las curvas circulares) y alineación vertical (la pendiente longitudinal).

Se han propuesto diferentes modelos para la predicción de la velocidad de operación de los ciclistas, observado que se desarrollan velocidades mayores en pendientes descendentes y siendo también mayor la dispersión de los datos en dichos tramos, sin llegar a mostrar una tendencia clara. En los análisis realizados se ha observado una baja influencia del radio de las curvas circulares sobre la velocidad en especial en las pendientes descendentes.

El modelo propuesto en el presente estudio permite la estimación de los diferentes percentiles de la velocidad desarrollada por los ciclistas. Tanto la velocidad de operación, V_{85} , como percentiles bajos, V_{15} , de especial interés en la seguridad vial por el riesgo de colisiones traseras entre vehículos motorizados y ciclistas.

Palabras clave: modelo de velocidad, velocidad de operación, ciclistas, seguridad vial, carreteras convencionales, parámetros de trazado



RESUM

El ciclisme com a activitat esportiva és una pràctica habitual en les carreteres espanyoles. A les carreteres convencionals i camins freqüentats pels ciclistes augmenta el risc d'accident per la interacció entre els diferents usuaris. La diferència de velocitat entre els vehicles motoritzats i els ciclistes és un indicador de seguretat viària en aquests trams. Anteriorment, no s'han registrat nombrosos estudis sobre la velocitat adoptada pels ciclistes en funció de les característiques geomètriques de la via.

En el present estudi s'han instrumentat dos escamots ciclistes, compost per 12 i 28 voluntaris respectivament, amb rastrejadors GPS de freqüència 1Hz per registrar la posició i la velocitat, a més de càmeres a la part posterior de les bicicletes. Aquests dos escamots han realitzat dos itineraris diferents, registrant un total de 112 km. La instrumentació de les bicicletes no ha modificat el rendiment dels ciclistes, de manera que es tracta d'un estudi naturalista.

Els resultats d'aquesta investigació se centren únicament en l'estimació de la velocitat desenvolupada pels ciclistes a les corbes, analitzant la velocitat registrada al centre de cada corba circular. En l'anàlisi de les dades es mostra la relació existent entre la velocitat i l'alineació horitzontal (el radi de les corbes circulars) i alineació vertical (el pendent longitudinal).

S'han proposat diferents models per a la predicció de la velocitat d'operació dels ciclistes, observant que es desenvolupen velocitats majors en pendents descendents i sent també major la dispersió de les dades en aquests trams, sense arribar a mostrar una tendència clara. En els anàlisis realitzats s'ha observat una baixa influència de el radi de les corbes circulars sobre la velocitat, especialment en els pendents descendents.

El model proposat en el present estudi permet l'estimació dels diferents percentils de la velocitat desenvolupada pels ciclistes. Tant la velocitat d'operació, V_{85} , com percentils baixos, V_{15} , d'especial interès en la seguretat viària pel risc de col·lisions posteriors entre vehicles motoritzats i ciclistes.

Paraules clau: model de velocitat, velocitat d'operació, ciclistes, seguretat viària, carreteres convencionals, paràmetres de traçat.



ABSTRACT

Cycling as a sports activity is a common practice on Spanish roads. On two-lane road are frequented by cyclists, the risk of an accident increases due to the interaction between different users. The difference in speeds between motorized vehicles and cyclists is an indicator of road safety in these sections. Previously, there have been no numerous studies on the speed adopted by cyclists based on the geometric characteristics of the road.

In the present study, two cycling platoons, made up of 12 and 28 volunteers respectively, have been instrumented with 1Hz frequency GPS trackers to record position and speed, in addition to cameras on the rear of the bikes. These two platoons have completed two different itineraries, registering a total of 112 km. The instrumentation of the bicycles has not modified the performance of the cyclists, so it is a naturalistic study.

The results of this research focus solely on estimating the speed developed by cyclists in curves, analyzing the speed registered in the center of each circular curve. Data analysis shows the relationship between velocity and horizontal alignment (the radius of the circular curves) and vertical alignment (the longitudinal slope).

Different models have been proposed for the prediction of the operating speed of cyclists, observed that higher speeds develop on descending slopes and the dispersion of the data in these sections is also greater, without showing a clear trend. In the analyzes carried out, a low influence of the radius of the circular curves on speed was observed, especially on descending slopes.

The model proposed in the present study allows the estimation of the different percentiles of speed developed by cyclists. Both the operating speed, V_{85} , and low percentiles, V_{15} , of special interest in road safety due to the risk of rear-end collisions between motorized vehicles and cyclists.

Key words: speed model, operating speed, cyclists, road safety, two-lane road.



ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Introducción	1
2.	Estado del arte	2
2.1.	Aspectos generales de las trayectorias ciclistas en las carreteras convencionales	2
2.1.1.	Maniobra de adelantamiento	2
2.1.2.	Evolución pelotón ciclista	4
2.2.	Concepto de velocidad	6
2.2.1.	Velocidad de diseño y velocidad de proyecto	6
2.2.2.	Velocidad de operación	7
2.3.	Velocidad de operación en vehículos ligeros	7
2.3.1.	Condicionantes velocidad de operación	7
2.3.2.	Modelos para estimar la velocidad de operación en curvas	9
2.3.3.	Modelos para estimar la velocidad de operación en rectas	10
2.4.	Modelos para estimar la velocidad de operación ciclista	12
2.4.1.	Modelo de Parkin y Rotheram (2010)	13
2.4.2.	Modelo de Torres et al. (2017)	14
2.4.3.	Modelo de Flügel et al. (2017)	15
3.	Objetivos e hipótesis	17
3.1.	Objetivos	17
3.2.	Hipótesis	18
4.	Metodología	19
4.1.	Toma de datos	20
4.2.	Tratamiento de datos	22
4.2.1.	Restitución de la geometría	22
4.2.2.	Obtención de la trayectoria	25
4.3.	Obtención y tratamiento de la velocidad	25
4.4.	Variables consideradas	26
5.	Análisis y resultados	27
5.1.	Muestra obtenida	27
5.2.	Selección de curvas a estudiar	28



5.3.	Distribución de la velocidad.....	30
5.4.	Tamaño de la muestra	32
5.5.	Análisis de las variables.....	34
5.6.	Ajuste modelo multivariable.....	35
5.7.	Ajuste modelo univariable	39
5.7.1.	Modelización de la velocidad	39
5.7.2.	Modelización de la desviación típica	42
5.7.3.	Validación de resultados.....	45
6.	Discusión	47
7.	Conclusiones	49
8.	Referencias.....	51

ANEXOS

ANEXO I: Estado de alineaciones de los tramos estudiados

ANEXO II: Estudio normalidad de la distribución de la velocidad en el centro de las secciones curvas



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Riesgo percibido por los ciclistas por Llorca et al. (2017)	3
Figura 2. Análisis de la percepción del riesgo de la maniobra de adelantamiento por López et al. (2020).	4
Figura 3. Variación de la longitud del pelotón en pendientes de subida cortas por Camacho-Torregrosa et al. (2016).....	5
Figura 4. Distancia al líder en pendientes ascendentes de gran longitud por Camacho-Torregrosa et al. (2016)	5
Figura 5. Diagrama espacio-tiempo en rampa del elevada inclinación y longitud por Camacho-Torregrosa et al. (2016).....	6
Figura 6. Velocidad en función de la pendiente longitudinal por Flügel et al. (2017)	16
Figura 7. Esquema metodología	19
Figura 8. Dispositivo GPS.....	20
Figura 9. Recorrido Peña 1	21
Figura 10. Recorrido Peña 2	22
Figura 11. Polilíneas recorrido peña 1	23
Figura 12. Estado de alineaciones Tramo 1ª - Peña 1	23
Figura 13. Restitución alzado Tramo P-M - Peña 2.....	24
Figura 14. Ejemplo diagrama de velocidad (Tramo 4c - Peña 1)	25
Figura 15. Ejemplo perfil de velocidad (Tramo 4d - Peña 1)	26
Figura 16. Curvas registradas	27
Figura 17. Selección de curvas	28
Figura 18. Distribución de velocidad en la sección central de la curva C22C07	31
Figura 19. Relación radio - velocidad	34
Figura 20. Relación pendiente longitudinal - velocidad	34
Figura 21. Velocidad percentil 50 observada	38
Figura 22. Velocidad percentil 50 estimada	38



Figura 23. Error en ajuste modelo propuesto	39
Figura 24. Velocidades registradas en función de la velocidad.....	40
Figura 25. Representación gráfica funciones estudiadas	41
Figura 26. Desviación típica de las curvas estudiadas	42
Figura 27. Relación pendiente longitudinal, radio y desviación típica	43
Figura 28. Representación gráfica de las funciones estudiadas para estimar la desviación típica	44
Figura 29. Velocidad observada vs velocidad estimada (función)	45
Figura 30. Velocidad observada vs estimada (valores).....	45
Figura 31. Modelo desarrollado vs modelo de Flüger et al. (2017)	47
Figura 32. Comparación V_{85} modelo propuesto, modelo de Parkin y Rotheram (2010) y Torres et al. (2017).....	48



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de los fallecidos en bicicletas en vías interurbanas. España, 2008-2017	1
Tabla 2. Modelos de velocidad de operación en curvas	9
Tabla 3. Resultados modelo velocidad por Parkin y Rotheram (2010)	13
Tabla 4. Modelos propuestos por Torres et al. (2017)	14
Tabla 5. Características de los tramos de estudio	24
Tabla 6. Características geométricas curvas seleccionadas	30
Tabla 7. Tamaño de la muestra necesaria para las curvas analizadas	33
Tabla 8. Funciones estudiadas	36
Tabla 9. Funciones por tramos estudiadas	36
Tabla 10. Análisis resultado ajuste	37
Tabla 11. Resultados funciones continuas estudiadas para modelo univariable	40
Tabla 12. Resultados funciones por tramos estudiadas para la estimación de la velocidad	41
Tabla 13. Resultados funciones estudiadas para estimación de la desviación típica	44



1. INTRODUCCIÓN

El ciclismo en carreteras convencionales es una práctica muy habitual en las carreteras españolas, la cual ha ido creciendo en los últimos años. Este aumento también ha producido un incremento de la siniestralidad en este tipo de vías, a la vez que ha producido impactos en la funcionalidad de las carreteras.

La normativa española en el Reglamento General de Circulación (2015) regula la interacción de la circulación de bicicletas y vehículos motorizados. En este se establece la distribución en la calzada de los ciclistas, debiendo ser esta, tanto para un ciclista individual como para un grupo de ciclistas, lo más próxima posible al borde externo de la calzada. Cuando se trate de descensos prolongados con curvas y la seguridad lo permita, los ciclistas podrán circular por la parte derecha de la calzada que necesiten, abandonando el arcén en caso de ser necesario. Además, en la maniobra de adelantamiento de los vehículos motorizados a los ciclistas, la distancia lateral que se ha de mantener no podrá ser inferior a 1,5 metros, pudiendo ocupar parcial o totalmente el sentido contrario. Por otro lado, por razones de seguridad, los conductores de bicicletas están obligados a hacer uso de cascos de protección homologados cuando circulen en vías interurbanas, salvo en rampas ascendentes prolongadas o por razones médicas.

A pesar de las medidas específicas establecidas por la DGT y las campañas de concienciación a los ciudadanos que se ofrecen, los accidentes entre vehículos motorizados y bicicletas no se consiguen evitar. En España ha crecido el número de ciclistas en las carreteras convencionales, asociado a la práctica de actividades deportivas. Esto dejó un total de 2.257 accidentes con 49 fallecidos en vías interurbanas en 2017, 9 más que en 2016, tal como se ve reflejado en el informe de Principales Cifras de Siniestralidad Vial de 2017 como se observa en la Tabla 1.

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Variación 2017/2016
43	43	49	37	53	45	54	48	40	49	9

Tabla 1. Evolución de los fallecidos en bicicletas en vías interurbanas. España, 2008-2017

El presente Trabajo Final de Máster detalla algunos aspectos del ciclismo en las carreteras convencionales españolas. Este estudio tiene como objetivo desarrollar y calibrar un modelo que permita estimar la velocidad de los ciclistas en función de las características geométricas de la carretera, especialmente la geometría horizontal de esta y su pendiente, este estudio se centrará únicamente en las curvas circulares del trazado.

Con la estimación de la velocidad de los ciclistas en carreteras convencionales junto con los valores estimados de los vehículos motorizados, haciendo uso de modelos existentes, se pueden realizar diferentes estudios de seguridad vial basados en la diferencia de velocidad entre ambos. De esta forma se puede mejorar el diseño de las carreteras convencionales y proponer medidas de seguridad vial sin afectar en gran medida a la funcionalidad de la carretera.



2. ESTADO DEL ARTE

El objetivo del presente apartado es la recopilación de información de la bibliografía existente acerca del tema que pretende desarrollar este trabajo final de máster. Se analizarán las publicaciones a cerca de la velocidad de operación ciclista, lo cual servirá como base para el desarrollo del estudio.

El estado del arte tendrá una parte inicial donde se analizarán cuestiones generales en las salidas de los ciclistas en carreteras convencionales. Posteriormente, se revisarán y compararán las diferentes definiciones del término de la velocidad existentes.

A continuación, se mostrarán diversos modelos desarrollados anteriormente para la estimación de la velocidad de operación de vehículos ligeros en carreteras convencionales. Tras ellos, se expondrán los estudios relativos a esta variable en ciclistas.

2.1. Aspectos generales de las trayectorias ciclistas en las carreteras convencionales

Antes de entrar en materia específica del tema principal, se pretende analizar el comportamiento que los ciclistas desarrollan en sus salidas en carreteras convencionales, en especial las situaciones que pueden provocar en ellos un cambio de velocidad y suponer un riesgo en la seguridad vial.

En primer lugar, hay que considerar que el comportamiento sobre la vía de los ciclistas es mucho más heterogéneo que el de los usuarios de vehículos motorizados, donde influye la capacidad física y mental, la edad o incluso la temporada o la actitud general, a parte del tipo de bicicleta que se esté utilizando (Bergström y Magnusson, 2003; Gatersleben y Haddad, 2010). Katja y Jonas (2018) mostraron cómo afectan por un lado las características personales y por otro la infraestructura en el recorrido de los ciclistas registrados.

En base al comportamiento de los ciclistas se van a analizar dos aspectos que se consideran relevantes a la hora de elegir la velocidad que se describe en la trayectoria. Por un lado, se va a profundizar en la maniobra de adelantamiento de los vehículos motorizados a los ciclistas desde el punto de vista de la fuerza lateral transmitida a estos y por otro lado la disgregación de los pelotones ciclistas durante las salidas realizadas.

2.1.1. Maniobra de adelantamiento

Como se ha adelantado, en este apartado se va a profundizar sobre la influencia de las maniobras de adelantamiento de los vehículos motorizados sobre los ciclistas. La mayoría de las carreteras convencionales españolas no disponen de carriles bici, por lo que se requiere una interacción conductor-ciclista, generalmente adelantándolos. Estas maniobras pueden alterar la velocidad desarrollada de forma puntual durante la trayectoria.

Existen muchas investigaciones al respecto, aunque no en todas ellas se considera de forma conjunta la velocidad adoptada por los vehículos motorizados y la distancia lateral durante la maniobra de adelantamiento. Khan y Langlois (2011) sí relacionaron dichas variables con el efecto

de las fuerzas aerodinámicas. En su estudio mostraron como la fuerza aerodinámica horizontal transmitida a los ciclistas aumentaba con la velocidad desarrollada por el vehículo motorizado y disminuye con la distancia lateral. Noger et al. (2005) concluyeron que la fuerza lateral es proporcional al cuadrado de la velocidad de adelantamiento que adopta el vehículo motorizado. Dicha fuerza debe ser vencida durante la trayectoria e influirá en la velocidad desarrollada de los ciclistas en función de la densidad del tráfico existente en la carretera.

Llorca et al. (2017) analizaron la percepción de riesgo de los ciclistas durante las maniobras de adelantamiento correlacionando la separación lateral y la velocidad de los vehículos, concluyeron con los resultados que se muestran en la Figura 1.

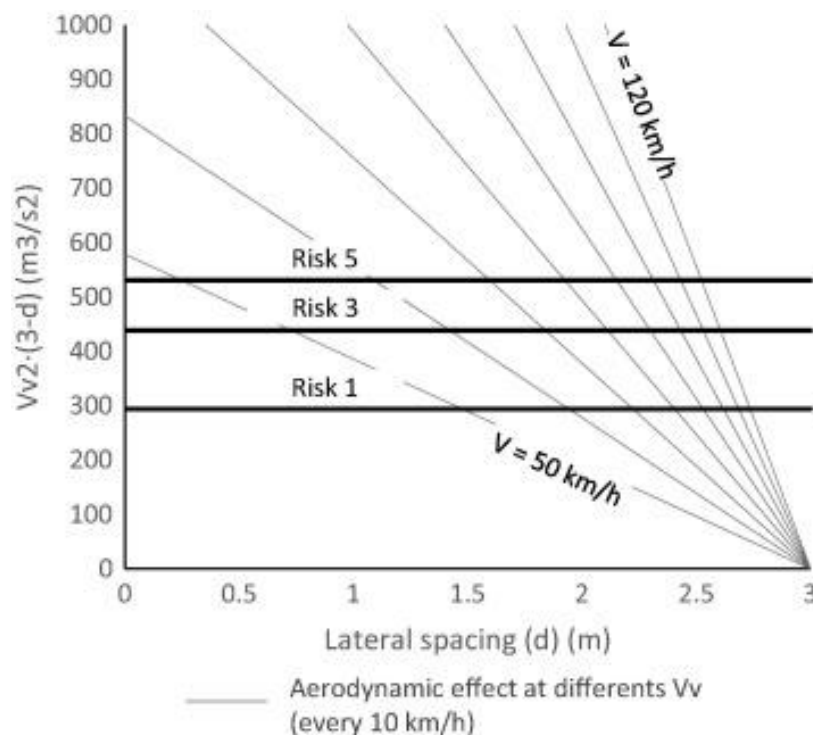


Figura 1. Riesgo percibido por los ciclistas por Llorca et al. (2017)

Se observa que, para una misma velocidad, la distancia lateral es un factor decisivo en la percepción del riesgo, especialmente en velocidades no muy elevadas.

La sección transversal de la vía es un factor importante en las maniobras de adelantamiento. En aquellas carreteras cuya sección transversal permita adoptar la distancia horizontal apropiada respecto del ciclista, la influencia del vehículo motorizado sobre los ciclistas será mínima y también lo será la influencia sobre su comportamiento.

En un estudio más reciente de López et al. (2020) estudiaron la velocidad relativa durante las maniobras de adelantamiento como una variable para medir la percepción del riesgo en las maniobras de adelantamiento. El registro de la velocidad relativa se realizó mediante la instrumentación de dos bicicletas dispuestas al inicio y al final del pelotón.

En el estudio diferenciaban entre las maniobras de adelantamiento efectuadas sin reducción de velocidad (*flying mereuver*) y aquellas que realizan un seguimiento del ciclista previo al adelantamiento (*accelerative mereuver*), registraron velocidades relativas más altas en el primer

tipo de maniobras. Por otro lado, analizaron la percepción del riesgo subjetiva de los ciclistas, donde se observó una mayor percepción de riesgo en las maniobras tipo *flying* respecto a las *accelerative* donde la diferencia de velocidades entre el conductor y el ciclista es mayor (Figura 2. Análisis de la percepción del riesgo de la maniobra de adelantamiento por López et al. (2020). Figura 2).

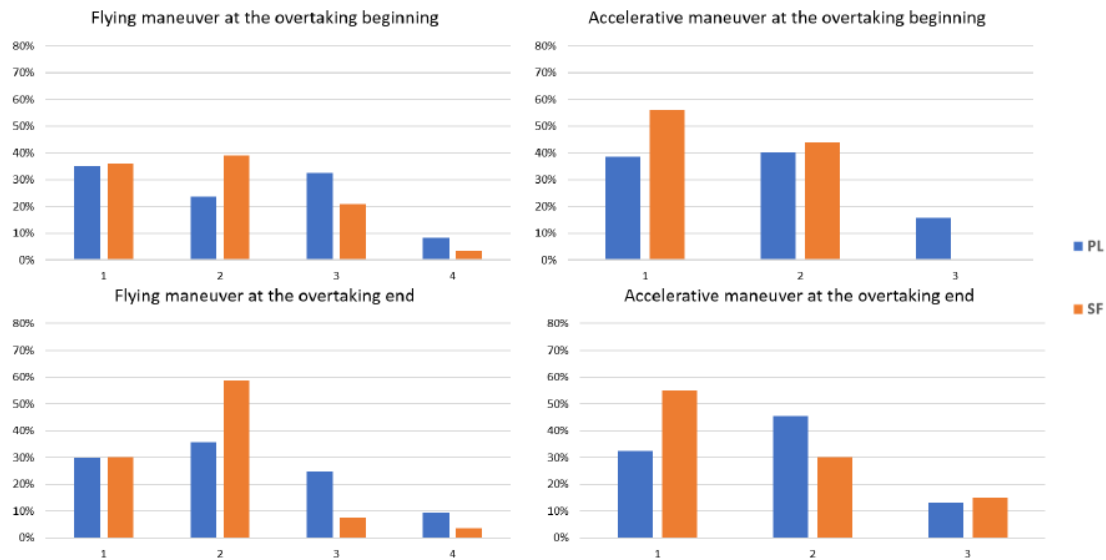


Figura 2. Análisis de la percepción del riesgo de la maniobra de adelantamiento por López et al. (2020).

2.1.2. Evolución pelotón ciclista

Resulta relevante conocer la evolución de los pelotones ciclistas a lo largo de una trayectoria ya que esto nos indica la variación que puede existir en la velocidad ante unas mismas condiciones de la vía.

Camacho-Torregrosa et al. (2016) analizaron los comportamientos más relevantes tras el seguimiento de dos pelotones ciclistas. En este estudio se observó:

- En el inicio de la ruta, los pelotones tenían una forma más agregada y se disgregaba a medida que avanzaba la jornada.
- La pendiente longitudinal tenía un gran impacto en la evolución de los ciclistas de forma individual, aunque la configuración del pelotón se mantuvo. En terrenos aproximadamente llanos el pelotón tendió a agruparse.
- En pendientes longitudinales ascendentes se diferenciaron diversos casos:
 - o Pendientes aisladas de poca longitud. Supone un aumento puntual del esfuerzo de los ciclistas, aunque no de forma crítica. Se vio afectada la velocidad del grupo, pero este funcionó de forma conjunta. En la Figura 3 se observa como la disgregación del grupo es constante a lo largo de la rampa y se produce la contracción del pelotón al finalizar dicha rampa.
 - o Pendientes de gran longitud. El sobreesfuerzo que implica dicha actividad provocó la disgregación de alguno de sus componentes. En la Figura 4 se

representa la distancia al líder del pelotón en uno de los tramos registrados con una pendiente ascendente de 1,4% en 10km.

- Pendientes intensas y prolongadas. Al afrontar rampas con elevada inclinación de la rasante durante una larga longitud, la configuración del pelotón tendió a desaparecer dado que se pusieron de manifiesto las diferentes condiciones físicas de los miembros del pelotón. En la Figura 5 se observa el diagrama espacio-tiempo del pelotón en el tramo final de una rampa de 5,5% a lo largo de 3,2km.
- Los perfiles de velocidad registrados en tramos de pendiente longitudinal descendente fueron muy homogéneos entre usuarios por no depender de la condición física si no de la habilidad del ciclista.

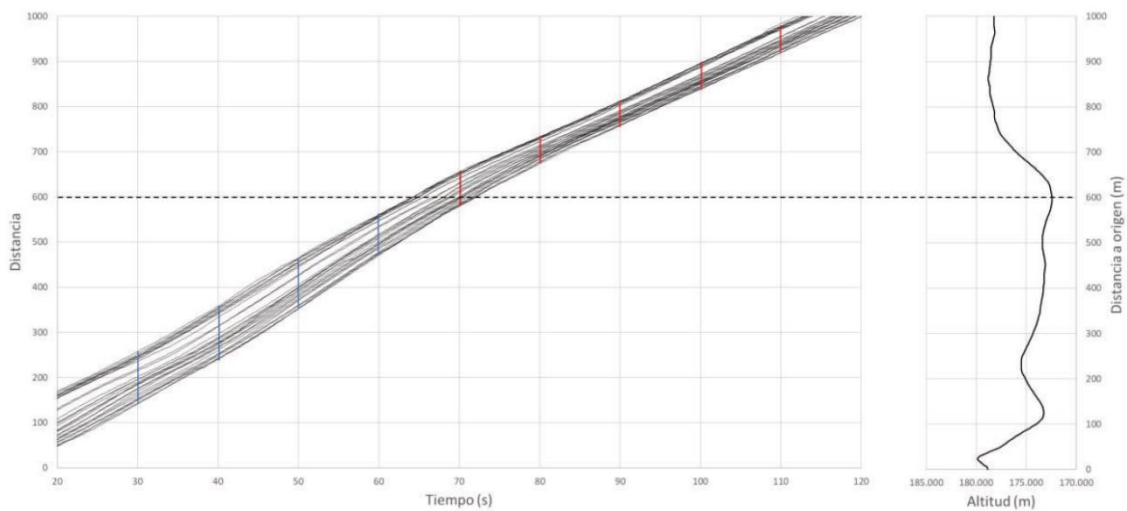


Figura 3. Variación de la longitud del pelotón en pendientes de subida cortas por Camacho-Torregrosa et al. (2016)

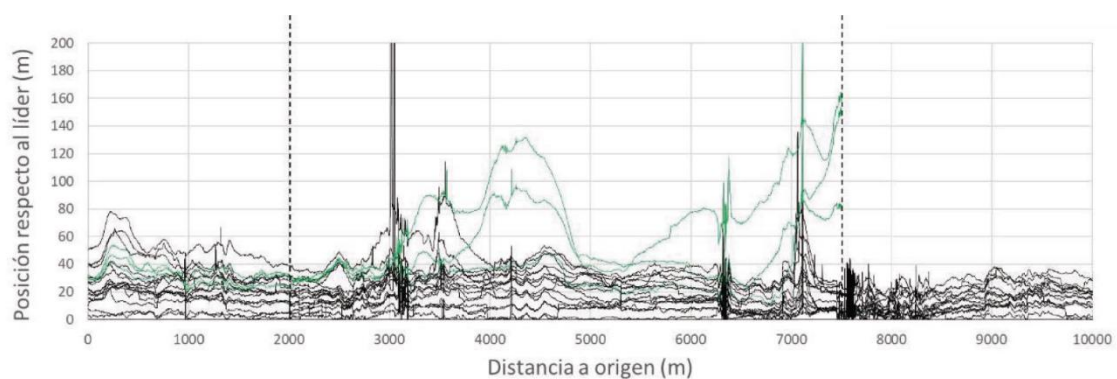


Figura 4. Distancia al líder en pendientes ascendentes de gran longitud por Camacho-Torregrosa et al. (2016)

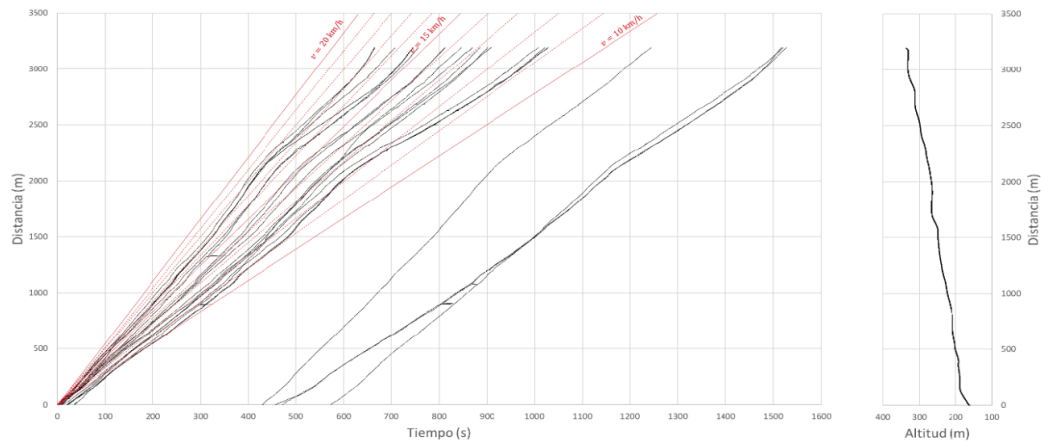


Figura 5. Diagrama espacio-tiempo en rampa del elevada inclinación y longitud por Camacho-Torregrosa et al. (2016)

2.2. Concepto de velocidad

La velocidad que los usuarios pueden desarrollar sobre una carretera se denomina velocidad de operación y está directamente relacionada con la geometría de la vía.

Como base del estudio, a continuación se profundiza en dicho concepto.

2.2.1. Velocidad de diseño y velocidad de proyecto

El concepto de velocidad de diseño fue definido originalmente en Estados Unidos en 1936 como un parámetro básico para definir el diseño geométrico de una vía. La primera definición obtenida más completa fue la propuesta por la AASHTO en 1954: “máxima velocidad segura que puede ser mantenida sobre una sección específica de la vía cuando las condiciones son lo suficientemente favorables para que sean los factores del diseño de la vía los que condicionen la conducción”. Esta definición ha sido revisada a lo largo del tiempo y se ha ido adaptando en función de los diferentes estudios realizados.

Este concepto supone que todos los vehículos van a mantener y circular a dicha velocidad a lo largo de toda la vía de forma uniforme. Durante las últimas décadas, se han realizado estudios relativos a este concepto como el de Fitzpatrick et al. (2003), donde demostró que existen disparidades entre la velocidad de diseño considerada al proyectar el trazado de la vía y la velocidad real adoptada por los usuarios.

En la Instrucción de Trazado 3.1 IC (2016) se introdujo el concepto de velocidad de proyecto, que sería la equivalente a la velocidad de diseño. De esta forma, con la velocidad de proyecto, denomina a las carreteras y su clasificación funcional.

Aunque la velocidad de proyecto sigue siendo un concepto y parámetro primordial en el diseño de carreteras, que permite establecer algunos parámetros de referencia básicos como el radio mínimo de las curvas y la distancia de visibilidad necesaria para las maniobras, existen notables diferencias con la velocidad real desarrollada por los usuarios. Por ello, es necesario profundizar en el concepto de velocidad de operación.



2.2.2. Velocidad de operación

Según la AASHTO (2004), esta velocidad se define como la máxima velocidad a la que un conductor puede circular en una sección dada de vía bajo condiciones favorables de meteorología, condiciones predominantes de tráfico y sin exceder la velocidad segura en ningún momento, determinada ésta mediante la velocidad de diseño basada en un análisis por tramos de la vía.

A pesar de la definición mostrada anteriormente, está internacionalmente aceptado como aquella velocidad que solo es superada por un 15% de los vehículos ligeros circulando en flujo libre, es decir, corresponde con el percentil 85 de la distribución de velocidades observadas (Federal Highway Administration, 2000).

El aspecto más relevante de la velocidad de operación es poder identificar la velocidad que los usuarios van a desarrollar a lo largo de los distintos elementos que forman la vía. Esta velocidad es la que se desarrollará en la fase de servicio, por lo que no se puede conocer a priori durante la fase de diseño. Por otro lado, esta velocidad se ha estudiado en profundidad y se ha observado como este parámetro se puede predecir con una fiabilidad aceptable en la fase de diseño. Las investigaciones realizadas para establecer los modelos de estimación han sido numerosas, en las cuales se han identificado las variables que condicionan la velocidad de operación. A continuación, en los siguientes apartados, se describen tanto las variables de la velocidad de operación como los distintos modelos desarrollados para vehículos motorizados a lo largo de las últimas décadas.

2.3. Velocidad de operación en vehículos ligeros

2.3.1. Condicionantes velocidad de operación

La velocidad de operación en vehículos ligeros ha sido ampliamente estudiada y correlacionada con la seguridad vial. Generalmente se trata de modelos discretos que se desarrollan para elementos particulares, un modelo para curvas, otro para rectas, y otro modelo para tasas de aceleración y desaceleración. Estos modelos relacionan la velocidad tanto con factores internos como externos de la vía.

La mayoría de los estudios acerca de la velocidad de operación se han centrado sobre las curvas, en los cuales se han determinado los principales factores que la condicionan. Estos factores se pueden clasificar principalmente en variables geométricas y no geométricas. Las primeras están relacionadas directamente con las características del trazado de la vía, mientras que las segundas no son intrínsecas del trazado y pueden estar vinculadas al conductor, el vehículo y el entorno.

La principal variable explicativa a los modelos de velocidad de operación en curvas es el radio de las curvas circulares. Aunque los modelos más completos incorporan a su vez otras variables como el ángulo de deflexión, la longitud de la curva o incluso la velocidad de la recta precedente.

En el caso de las curvas, las principales variables geométricas estudiadas son:

- El radio (R), como se ha indicado, es la variable más condicionante de la velocidad de operación. Según Pérez-Zuriaga et al. (2010), para curvas con radios pequeños la geometría tiene gran influencia sobre la velocidad desarrollada, mientras que en radios mayores la velocidad tiende a parecerse a la de las rectas.
- El grado de curvatura (DC), variable directamente relacionada con el radio. Se define como el ángulo abarcado por un arco de 100 metros de longitud. El estudio de Ottesen y Krammes (2000) mostró que cuanto menor es el grado de curvatura, mayor es la velocidad de operación. Además, destacó que para grados de curvatura menores o iguales a 4º, la velocidad de operación permanece constante.
- El ángulo de deflexión (Δ), Schurr et al. (2002) determinó que en las curvas cuyos radios superan los 350 metros se desarrolla una disminución de la velocidad de operación a medida que el ángulo de deflexión aumenta. Ello se debe a la percepción de los usuarios de un cambio de orientación, respondiendo con una disminución de la velocidad.

Se observa que este parámetro no tiene un efecto tan condicionante como el radio de las curvas circulares

- La longitud de la curva (Lc), esta variable es el resultado de la combinación de las dos anteriores, por ello en la mayoría de los modelos existentes no se considera. Su efecto sobre la velocidad es de poca importancia frente al efecto generado por el radio, igual que ocurre con el ángulo de deflexión.
- La tasa de cambio de curvatura (CCRs), se trata de un índice de trazado que se define a partir de la combinación de diferentes variables geométricas: ángulo de deflexión y longitud. Esta variable estima la curvatura media de una vía, se obtiene con la siguiente expresión:

$$CCR = \frac{\sum \Delta_i}{L}$$

- La pendiente longitudinal (I), esta variable no aparece en muchos modelos ya que éstos se centran en la influencia de la geometría del alzado sobre la velocidad de operación. En los modelos que sí se ha incorporado la variable, se puede observar que sí es un factor influyente a partir de pendientes del ± 4%.

Por otro lado, para las rectas se encuentra un mayor número de variables que intervienen en la determinación de la velocidad. Las principales variables estudiadas son las siguientes:

- La longitud de la recta (Lr), influye en la medida en la que un conductor puede llegar a alcanzar la velocidad deseada. Las rectas de longitud larga permiten que el conductor acelere hasta alcanzar la velocidad deseada, una vez alcanzada se mantendrá si no se ve condicionada por alguna otra variable interna o externa de la vía. Estudios como Montella et al. (2014) y Pérez-Zuriaga (2010) relacionaron la velocidad alcanzada en las rectas con la longitud de las mismas de forma directamente proporcional, por lo que en rectas más largas se desarrollan velocidades mayores.
- La pendiente longitudinal (I), la velocidad de operación se suele ver reducidas por fuertes pendientes longitudinales ascendentes, mientras que en el caso opuesto con pendientes descendentes las velocidades desarrolladas son mayores (Montella et al., 2014).

- Las características geométricas de los acuerdos verticales. Según Fitpatrick y Collins (2000) el parámetro del acuerdo convexo influye en la velocidad desarrollada por los conductores en rectas, sin embargo, el acuerdo cóncavo no tiene afección sobre la velocidad.

2.3.2. Modelos para estimar la velocidad de operación en curvas

Los modelos de velocidad de operación en curvas están más desarrollados, principalmente debido a que sus variables están más identificadas y la dispersión de estas es menor, ya que la velocidad se ve menos afectada por los factores humanos o las características del vehículo.

La principal variable que influye en la elección de la velocidad en secciones curvas es el radio. Cuanto menor es el radio, menor es la velocidad desarrollada y para radios mayores se registran valores más elevados de velocidad. La velocidad en curvas de radio reducido está condicionada por la seguridad para hacer frente a la fuerza centrífuga.

La Tabla 2 muestra algunos de los modelos más utilizados para la estimación de la velocidad de operación.

Año	Autores	Modelo	Ajuste
1988	Lamm et al.	$v_{85} = 94,398 - \frac{3188,656}{R}$	79%
1990	Kanellaidis et al.	$v_{85} = 129,88 - \frac{623,1}{\sqrt{R}}$	78%
2000	Ottesen y Krammes	$v_{85} = 102,40 - 1,57 \cdot DC + 0,012 \cdot L_C - 0,1 \cdot \Delta$	82%
2010	Pérez-Zuriaga et al.	$v_{85} = 97,4254 - \frac{3310,94}{R}$ 400 m < R ≤ 950 m	76%
		$v_{85} = 102,048 - \frac{3990,26}{R}$ 70 m < R ≤ 400 m	84%
2013	Castro et al.	$v_{85} = 125,94 - 5806,33/R$	79%
2014	Bella et al.	$v_{85} = 76,3896 - \frac{540,37}{R} - 0,149 \cdot \Delta$ Día	75%
		$v_{85} = 76,3896 - \frac{540,37}{R} - 0,149 \cdot \Delta$ Noche	59%
2015	Montella et al.	$v_{85} = 124,531 - 4,517/R$	89%

Tabla 2. Modelos de velocidad de operación en curvas

2.3.3. Modelos para estimar la velocidad de operación en rectas

Los modelos de velocidad de operación en rectas son más complejos ya que se deben considerar factores dependientes del comportamiento de los conductores, siendo estas variables más heterogéneas.

Los primeros modelos desarrollados por Ottessen y Krammes (2000), Fitzpatrick y Collins (2000) y Easa (2003) proponían valores constantes para la velocidad de operación en las rectas, para carreteras convencionales con límite de velocidad de 90 km/h:

- Ottessen y Krammes (2000): $v_T = 97,9 \text{ km/h}$
- Fitzpatrick y Collins (2000): $v_T = 100 \text{ km/h}$
- Easa (2003): $v_T = 97,9 \text{ km/h}$

Otros estudios, han ido incorporando distintas variables en los modelos propuestos:

- Jessen et al. (2001) plantearon un modelo donde no intervienen únicamente variables geométricas:

$$v_{85} = 72,1 + 0,423 \cdot V_p - 0,00212 \cdot IMD \quad R^2 = 42\%$$

Donde:

- o V_p es la velocidad límite (km/h)
- o IMD es la intensidad media diaria
- Crisman et al. (2005) consideraron variables operacionales relacionadas con la velocidad del elemento anterior del trazado:

$$v_{85} = -2,351 + 18,104 \cdot \log L + 0,585 \cdot v_{85c} \quad R^2 = 88\%$$

Donde:

- o L es la longitud de la recta (m)
- o V_{85c} es la velocidad de operación de la curva precedente (km/h)
- Memon et al. (2008) propusieron la estimación de la máxima velocidad de operación considerando las características geométricas de la curva anterior y posterior:

$$\text{Max } v_{85} = 111 + 0,0110 \cdot L_T - \frac{2757}{R_1} - \frac{1225}{R_2} \quad R^2 = 61,5\%$$

Donde:

- o L_t es la longitud de la recta (km)
- o R_1 es el radio de la curva anterior (km)
- o R_2 es el radio de la curva posterior (km)

- Pérez-Zuriaga et al. (2010) desarrollaron un modelo de velocidad de operación en el cual la velocidad de operación en el punto medio de la recta aumentaba a medida que lo hacía la longitud de la misma hasta alcanzar un valor máximo, siendo este la velocidad deseada. El comportamiento de la velocidad según este modelo es asintótico, tendiendo a la velocidad deseada.

$$V_{85} = V_{85c} + (1 - e^{\lambda L}) \cdot (V_{des} - V_{85c}) \quad R^2 = 52\%$$

$$\lambda = 0,00135 + (R - 100) \cdot 7,00625 \cdot 10^{-6}$$

$$V_{85c} = 97,4254 - \frac{3310,94}{R}$$

$$V_{des} = 110 \text{ km/h}$$

Donde R es el radio (m) y L es la longitud de la recta (m)

- Montella et al. (2014) propusieron el siguiente modelo con numerosas variables en el punto medio de las rectas:

$$V_{85} = 139,543 + 1,751 \cdot L_t - \frac{4,983}{R_{cb}} - \frac{2,270}{R_{ca}} - 2,507 \cdot G_u - 0,068 \cdot CCR_2 \quad R^2 = 80,4\%$$

Donde:

- o L_t es la longitud de la recta (km)
 - o R_{cb} es el radio de la curva anterior a la recta (km)
 - o R_{ca} es el radio de la curva posterior a la recta (km)
 - o G_u es la pendiente ascendente equivalente (%)
- Montella et al. (2015) desarrollaron también otro modelo más sencillo dependiente únicamente del radio de la curva precedente (R_{cb}):

$$V_{85} = 137,076 - \frac{2,480}{R_{cb}} \quad R^2 = 62\%$$

- Gaca y Kiec (2016) estudiaron la velocidad desarrollada por los vehículos ligeros en carreteras polacas con límite de velocidad de 90km/h y una pendiente inferior a 3%, y propusieron el modelo que se presenta a continuación:

- o Para rectas con longitud superior a 150m:

$$V_{85} = 74,40 + 1,45 \cdot D - 1,45 \cdot M$$

Donde D=1 y M=0 cuando el ancho de calzada es de 6, y D=0 y M=1 cuando el ancho de calzada es de 5,5m.

- o Para rectas de longitud inferior a 150 metros, la velocidad de operación es dependiente de la distancia a la curva más próxima y su geometría.



2.4. Modelos para estimar la velocidad de operación ciclista

Como se ha expuesto, las investigaciones acerca de la velocidad de operación para vehículos ligeros están muy desarrolladas. En cambio, no existen tantos estudios acerca de la velocidad de ciclistas en carreteras convencionales. En la revisión de la literatura se han encontrado pocos estudios que se centran específicamente en el tema en cuestión.

Es cierto que existen otros investigadores que han estudiado la velocidad ciclista, pero dichos estudios no son válidos para obtener conclusiones a cerca de la estimación de la velocidad de operación en carreteras convencionales ya que, como se detalla seguidamente, desarrollan las investigaciones en condiciones distintas a las que se dan en las carreteras convencionales, basándose en carriles exclusivos para ciclistas o se aportan resultados en base a variables aerodinámicas, no sobre la geometría del trazado de las carreteras.

Por ejemplo, Chen et al., (2014) analizaron el ciclismo profesional en función de distintas variables aerodinámicas, entre ellas la velocidad desarrollada por los ciclistas. Estos resultados no pueden ser utilizados para generar un modelo de velocidad de operación en función de los parámetros de una carretera ya que se basan en la resistencia al viento y la fricción entre el neumático y la carretera, analizando tramos ascendentes, descendentes y llanos pero sin considerar variables geométricas del trazado.

En China sí que se encuentran diversos estudios con el fin de predecir las velocidades de los ciclistas, pero estos son únicamente análisis de trayectos urbanos. Lin et al. (2008) analizaron las velocidades de 552 bicicletas eléctricas y 232 bicicletas convencionales en la ciudad de Kunming en función de la edad y el género de los usuarios. Este estudio se realizó en carriles de uso exclusivo para bicicletas en tramos planos y rectos. La trayectoria se grabó en video y las velocidades se obtuvieron manualmente.

Unos años después, Xu et al. (2015) desarrollaron diversos modelos de velocidad para poder pronosticar la capacidad de los carriles bici, en función del tipo de bicicleta y las características del ciclista. También El-Geneidy et al., (2007) y Ryeng et al. (2016) desarrollaron modelos de velocidad basados en salidas urbanas. En el caso de Ryeng et al. (2016) recopilaron los datos a partir de sensores Bluetooth y Wifi con lo que proporcionan finalmente la velocidad media de los distintos registros en función de la pendiente longitudinal. Como se había adelantado, los estudios que únicamente consideran desplazamientos urbanos y carriles de uso exclusivo, así como los que se centran en variables aerodinámicas no son de aplicación para obtener modelos de velocidad de operación del ciclismo en carreteras convencionales.

Por otro lado, Parkin y Rotheram (2010) y Torres et al. (2017) desarrollaron estudios donde analizaron la velocidad de operación en carreteras convencionales, también Flügel et al. (2019) propuso un modelo para la determinación de la velocidad ciclista basándose en registros de salidas en Oslo, este estudio se registraron tanto desplazamientos interurbanos como por carretera. A continuación, se procede a analizar las variables presentes en dichos estudios y los resultados de cada uno de ellos.

2.4.1. Modelo de Parkin y Rotheram (2010)

Por un lado, Parkin y Rotheram (2010) desarrollaron un estudio naturalista en Leeds, Reino Unido, en el cual se analizan las trayectorias diarias de 16 voluntarios para obtener las características de la velocidad y la aceleración en relación con la pendiente y otros factores, proporcionando a los ciclistas un dispositivo GPS. Como resultado del análisis se obtiene una velocidad media de 21,6 km/h en llano, por cada 1% adicional de pendiente descendente la velocidad media aumenta en 0,86 km/h y por cada 1% adicional de pendiente ascendente la velocidad media se reduce en 1,44 km/h.

El percentil 85 para una pendiente de -3% es de 25 km/h. Parkin y Rotheram (2010) consideraron que para pendientes de bajada que superen dicho umbral, los ciclistas no pueden aprovechar la energía potencial por lo que requiere que estos frenen para seguir con el recorrido. En pendiente ascendente, el percentil 85 para una rampa de 3% es de 18,2 km/h.

La Tabla 3 muestra los resultados del modelo de regresión propuesto por Parkin y Rotheram (2010) donde se observa la velocidad y la aceleración en función de la pendiente longitudinal.

Ese modelo estudia únicamente la influencia de la pendiente longitudinal sobre la velocidad, sin considerar ningún otro parámetro de la geometría de la vía. Además, parte de los trayectos registrados por los voluntarios discurren por áreas urbanas, por tanto, estos resultados no pueden extrapolarse a carreteras convencionales donde se esperan mayores velocidades.

Pendiente	Velocidad media		Velocidad Percentil 85		Aceleración media	Potencia velocidad media	Potencia durante aceleración	Tiempo hasta velocidad final	Velocidad media con viento en cola de 16 km/h
	m/s	km/h	m/s	km/h					
%	m/s	km/h	m/s	km/h	m/s ²	W	W	S	km/h
-7%	7,68	27,6	8,05	29,0	0,380	-251	-32	20,2	
-6%	7,44	26,8	7,77	28,0	0,359	-183	-6	20,8	
-5%	7,20	25,9	7,49	27,0	0,337	-119	19	21,3	
-4%	6,96	25,1	7,22	26,0	0,316	-58	42	22,0	
-3%	6,72	24,2	6,94	25,0	0,295	0	64	22,8	
-2%	6,49	23,3	6,66	24,0	0,274	54	84	23,7	37,3
-1%	6,25	22,5	6,38	23,0	0,252	104	103	24,8	34,5
0%	6,01	21,6	6,11	22,0	0,231	151	120	26,0	31,7
1%	5,61	20,2	5,75	20,7	0,220	183	133	25,6	28,3
2%	5,21	18,8	5,40	19,4	0,208	211	143	25,0	24,9
3%	4,81	17,3	5,04	18,2	0,197	232	151	24,5	
4%	4,41	15,9	4,69	16,9	0,185	248	155	23,8	
5%	4,01	14,4	4,33	15,6	0,174	259	157	23,1	
6%	3,61	13,0	3,98	14,3	0,162	263	156	22,3	
7%	3,21	11,6	3,63	13,1	0,151	261	151	21,3	

Tabla 3. Resultados modelo velocidad por Parkin y Rotheram (2010)

En cuanto a la toma de datos, Parkin y Rotheram (2010) proporcionaron a los ciclistas voluntarios un GPS Garmin™ Edge® 305 con el fin de registrar los tiempos y las posiciones en cada instante,

además de la frecuencia cardiaca durante el recorrido. El GPS contaba con un software que proporcionó la salida de datos mediante gráficas simples que posteriormente se tratan con un análisis estadístico más completo.

2.4.2. Modelo de Torres et al. (2017)

El modelo que se analiza en este apartado desarrollado por Torres et al. (2017) quienes obtuvieron un modelo de velocidad de operación ciclista a partir de 4 variables explicativas:

- Pendiente longitudinal (i)
- $Xi4$: variable ficticia definida para eliminar la influencia de curvatura en pendientes longitudinales superiores a -4%. Por lo que, para pendientes longitudinales inferiores a -4%, $Xi4$ toma el valor de la unidad y se considera el efecto de la curvatura por la tasa de cambio de curvatura (CCR). En caso contrario $Xi4$ es igual a 0, al multiplicar CCR elimina la influencia de la curvatura.
- CCR, considera a la vez el radio y la longitud de la curva
- $L_{inercia}$: variable incorporada al modelo para explicar la influencia de la inercia sobre la velocidad de los ciclistas. Adquiere valores de la longitud de la sección anterior cuando se trate de curvas cuya pendiente longitudinal sea inferior al -4% y las curvas precedentes no tengan más de 1000 gon/km.

El estudio propone 7 modelos distintos como se puede observar en la Tabla 4:

Modelo y ecuación	R ²	Coeficientes					
		a	b	c	d	e	f
1 $V=a+b \cdot i$	78,3%	31,78 (***)	-271,9 (***)	-	-	-	-
2 $V=a+b \cdot i+c \cdot i^2$	78,8%	31,23 (***)	-278,8 (***)	450,5 (***)	-	-	-
3 $V=a+b \cdot i+c \cdot i^2+d \cdot i^3$	80,8%	31,79 (***)	-338,3 (***)	9,4 (ns)	1,96E4 (***)	-	-
4 $V=\exp(a+b \cdot i)$	78,5%	3,39 (***)	-9,62 (***)	-	-	-	-
5 $V=\exp(a+b \cdot i+c \cdot i^2)$	79,9%	3,42 (***)	-9,33 (***)	-18,9 (***)	-	-	-
6 $V=a+b \cdot i+c \cdot Xi4 \cdot CCR$	78,7%	31,98 (***)	-279,0 (***)	-2,35E-3 (***)	-	-	-
7 $V=a+b \cdot i+c \cdot Xi4 \cdot CCR++d \cdot Linertia$	79,3%	31,76 (***)	-271,2 (***)	-2,33E-3 (***)	7,13E-3 (***)	-	-
8 $V=a+b \cdot i+c \cdot i^2++d \cdot Linertia++e \cdot Linertia \cdot i+f \cdot Xi4 \cdot CCR$	80,1%	31,20 (***)	-289,2 (***)	653,0 (***)	3,27E-2 (***)	0,50 (***)	-3,94E-3 (***)
9 $V=\exp(a+b \cdot i+c \cdot i^2++d \cdot Linertia++e \cdot Linertia \cdot i+f \cdot Xi4 \cdot CCR)$	80,5%	3,42 (***)	-9,67 (****)	-12,7 (***)	7,00E-4 (***)	1,12E-2 (***)	-1,00E-4 (***)

*** (p-value < 0,001), ** (p-value < 0,01), * (p-value < 0,05), ns (p-value > 0,05, not significant)

Tabla 4. Modelos propuestos por Torres et al. (2017)



El modelo finalmente elegido por Torres et. al. (2017) fue el modelo 6, en el cual no se considera la variable L_{incercia} .

Como principales conclusiones tras el análisis de este estudio, se pueden destacar las siguientes:

- El pendiente longitudinal es el principal factor para la estimación de la velocidad de operación ciclista, aumentando la velocidad cuando el pendiente longitudinal disminuye
- La alineación horizontal tiene un efecto secundario sobre la velocidad, influyendo solo en zonas de bajada. La velocidad se ve reducida en curvas con CCR superior a 1000 gon/km.

Para la toma de datos Torres et al. (2017) equiparon un total de 10 bicicletas con cámaras Garmin VIRB Elite, las cuales integran un GPS de 1Hz y un acelerómetro de 3 ejes de 10 Hz. Dichas cámaras se colocan en la parte posterior de las bicicletas con el fin de poder detectar la presencia de vehículos motorizados.

2.4.3. Modelo de Flügel et al. (2017)

Flügel et al. (2017) realizaron un estudio de la velocidad desarrollada por los ciclistas en la red de carreteras de Oslo, con el fin de poder incorporar los resultados a la red de transporte para ajustar de forma más exacta los tiempos de desplazamiento con este tipo de medio de transporte. En el estudio se diferenciaron dos modelos, uno para bicicletas y otro para bicicletas eléctricas, en función de las características de la infraestructura y la topografía.

La recopilación de datos se realizó a través de una aplicación móvil Sense.Dat, descargada y utilizada por cada encuestado, registrando un total de 721 usuarios diferenciando entre ellos la edad y el sexo entre otros. La aplicación recopiló de forma automática la velocidad y la trayectoria rastreando la posición mediante GPS. Con ello, el estudio proporciona patrones de comportamiento en base a un modelo empírico.

Con todos los registros, el modelo se propone para el cálculo de la velocidad con la siguiente expresión:

$$S_{l,g,p} = (e^{3,008+0,1298*D_{g=1}+0,1142*D_{p=1}+\sum_k (\beta_k * X_{k,l})}) * C_{g,p}$$

Donde:

- β_0 es el término constante.
- $D_{g=1}$ es una variable ficticia que equivale a 1 si el ciclista es hombre.
- $D_{p=1}$ es una variable ficticia que equivale a 1 si el viaje registrado está relacionado con el trabajo del ciclista.
- $X_{k,l}$ engloba las variables que describen las características de la vía: pendiente longitudinal, presencia de carril bici, geometría horizontal.

De la expresión anterior, atendiendo únicamente a la pendiente longitudinal se obtienen los siguientes valores de la velocidad representado en el gráfico de la Figura 6 diferenciando entre bicicletas y bicicletas eléctricas.

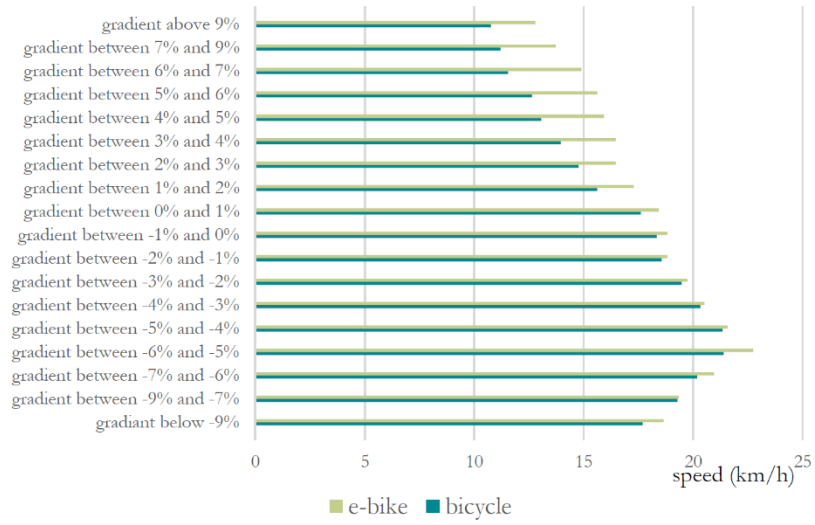


Figura 6. Velocidad en función de la pendiente longitudinal por Flügel et al. (2017)



3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Una vez analizados los diferentes estudios realizados se van a establecer los principales objetivos e hipótesis del presente trabajo en base a las conclusiones más relevantes extraídas de la revisión del estado del arte.

3.1. Objetivos

Tal como se ha mostrado en la revisión del estado del arte existe una carencia en las líneas de investigación del tema en cuestión, lo que, dado que existe un crecimiento en la actividad ciclista en las carreteras convencionales, genera la necesidad de profundizar en este aspecto de la velocidad de operación ciclista.

De esta forma, el principal objetivo de este estudio de investigación es caracterizar la velocidad de operación ciclista en curvas de carreteras convencionales, es decir, establecer una relación entre los diferentes parámetros del trazado en planta y alzado y la velocidad desarrollada por los ciclistas. El conocimiento de la velocidad desarrollada por los ciclistas es necesario para determinar tanto la seguridad vial como para la funcionalidad de las vías. La diferencia entre las velocidades de los usuarios puede influir en la maniobra de adelantamiento, definiendo la interacción entre ambos.

En los estudios realizados de maniobras de adelantamiento como Llorca et al. (2017), donde no consideraron la interacción entre las velocidades de los usuarios, los resultados se obtienen a partir de las sensaciones de los usuarios tras las maniobras de adelantamiento, así como la trayectoria y el tipo de vehículo que efectúa el adelantamiento, entre otros aspectos. Se podrían obtener unos resultados más objetivos incorporando a los estudios la diferencia de velocidad de operación entre el vehículo que adelanta y los ciclistas.

En los diferentes modelos de velocidad de operación para vehículos ligeros se observa que la velocidad en las curvas circulares está condicionada en gran medida por el radio, en cambio en los estudios desarrollados para ciclistas esta relación no se observa de forma tan directa. Torres et al. (2017) indicaron que la afección del radio sobre la velocidad es secundaria y Flügel et al. (2017) consideraron que a igualdad del resto de parámetros la curvatura horizontal de la vía tiene una afección del 22,3% en bicicletas convencionales. Por otro lado, analizando los resultados de los diferentes modelos, se observa que la pendiente longitudinal es la variable determinante a la hora de desarrollar una velocidad u otra.

Por ello, los objetivos que se plantean en el presente estudio son los siguientes:

- Analizar la influencia del de las variables del trazado en planta y la inclinación de la rasante de las curvas circulares en la velocidad desarrollada por los ciclistas.
- Desarrollo, calibración y validación de modelos de velocidad de operación ciclista en función de las características del trazado.



Para alcanzar estos objetivos principales es necesario cumplir con otros objetivos secundarios:

- La restitución de los tramos de carretera registrados para obtener las distintas características del trazado, tanto en planta como en alzado (pendiente longitudinal, radio de las curvas circulares, longitudes de las rectas...), en cada elemento de estudio.
- Selección de las variables que se van a considerar en el desarrollo del modelo.
- Selección de las curvas para el ajuste del modelo.

3.2. Hipótesis

Por otro lado, con el análisis de los resultados de los estudios publicados anteriormente, se plantean las siguientes hipótesis para el desarrollo del presente trabajo:

- Relación entre la velocidad y la inclinación de la rasante. Se desarrollarán mayores velocidades en tramos con mayor pendiente negativa donde los ciclistas se desplazarán por efecto de la inercia.
- Relación entre la velocidad y el radio de las curvas. La influencia en la velocidad será mayor en aquellas curvas con radio menor. Como se ha observado en investigaciones anteriores, el radio de las curvas circulares tendrá mayor influencia en tramos con pendiente longitudinal negativa elevada.
- En los tramos de pendientes elevadas existirá una gran dispersión de la velocidad, mientras que en pendientes moderadas esta dispersión será menor.

4. METODOLOGÍA

En el presente trabajo, se ha operado sobre perfiles de velocidad continuos de ciclistas obtenidos a partir de rastreadores GPS con una frecuencia de registro de 1 Hz, los cuales basan su registro en la señal de más de 16 satélites, con una precisión superior a 2,5 metros, siendo la cadencia de los datos de 1 segundo.

Para la obtención de dichos perfiles, se equipó a dos pelotones ciclistas voluntarios con estos dispositivos de posicionamiento global. Con los datos registrados se pudo obtener el perfil de velocidad continuo de cada usuario, identificando los distintos tramos por donde se han realizado las salidas.

La restitución geométrica de los itinerarios realizados por los pelotones ciclistas se realiza a partir de la metodología propuesta por Camacho-Torregrosa et al. (2015), la cual permite obtener las diferentes variables geométricas del trazado para los tramos de carretera estudiados.

En la Figura 7 se resume la metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

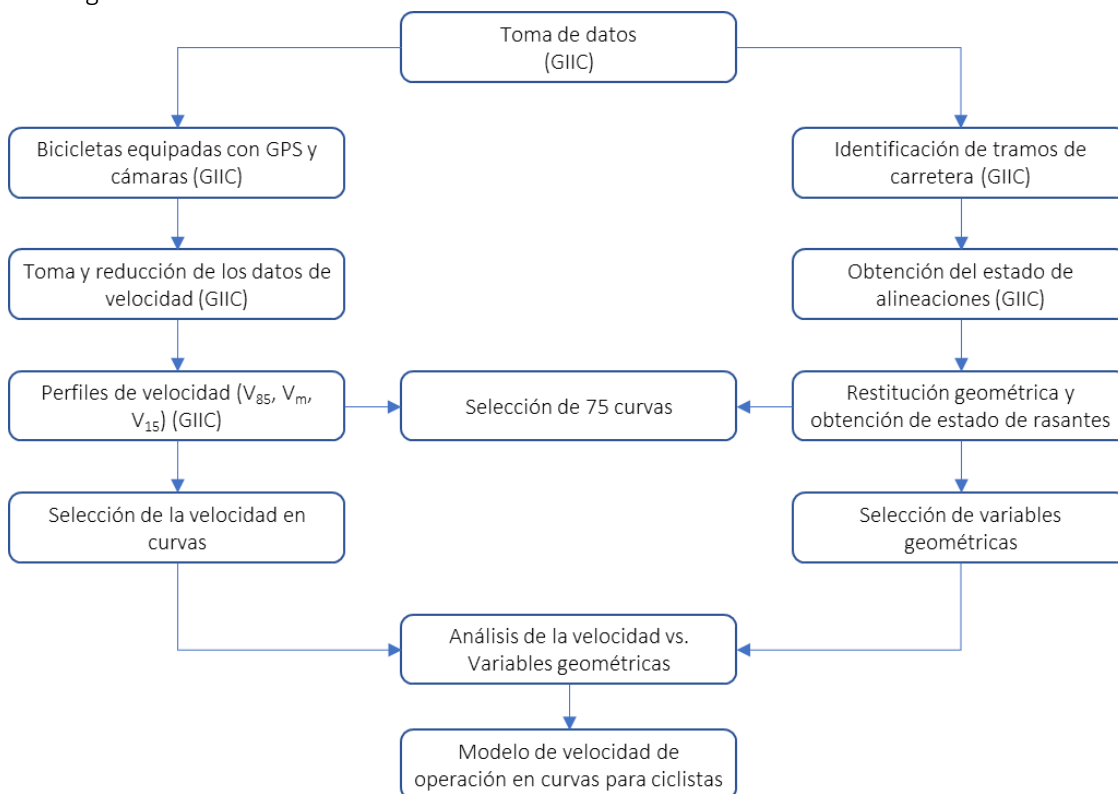


Figura 7. Esquema metodología

Hay que destacar que los registros de las trayectorias de los pelotones ciclistas, así como la depuración de datos, han sido realizados por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC). Los aspectos restantes sí han sido desarrollados para el presente trabajo final de máster.

4.1. Toma de datos

En los estudios mencionados en el estado del arte, se consideran diversas metodologías para la obtención de los datos. Algunos utilizan vídeo y obtienen la velocidad de forma manual, otros un rastreador GPS.

La utilización de vídeo es útil para realizar un post-proceso de análisis en caso de tener interés por conocer conflictos durante las trayectorias registradas, pero no permite la obtención de un perfil de velocidades de forma continua.

Los rastreadores GPS sí permiten el registro de velocidad continua de forma que proporcionan en cada punto la velocidad desarrollada. Esta metodología es más precisa y tiene mayor utilidad para el objeto de estudio, ya que permite extraer en cada elemento del trazado cual ha sido la velocidad que los usuarios han adoptado. Con ello se puede realizar un filtrado de datos y aislar aquellos que son relevantes.

Para este estudio, la toma de datos se ha realizado instrumentando las bicicletas de los miembros de las peñas ciclistas con un rastreador GPS de pequeño tamaño con una frecuencia de datos de 1 Hz, además en las bicicletas cuya estructura lo ha permitido, se ha instalado una cámara de alta definición VIRB Elite, que también incorpora GPS.

Los rastreadores GPS (Figura 8), son autónomos entre sí, se alimentan con pilas AAA recargables. Estos rastreadores se basan en la señal de más de 16 satélites, con una precisión superior a 2,5 metros, con una cadencia de datos de 1 segundo.



Figura 8. Dispositivo GPS

Los rastreadores de GPS registran los datos de latitud, longitud, altitud, rumbo, fecha y hora de los ciclistas cada segundo y lo almacenan. Disponen de una memoria aproximada de 100 horas. Una vez finalizadas las mediciones, se extraen los datos conectando el rastreador a un PC convencional mediante una salida USB.

Por otro lado, las cámaras proporcionan información sobre las posibles incidencias que se hayan producido en el itinerario, pudiendo ser utilizado posteriormente para interpretar los resultados numéricos.

Las jornadas de tomas de datos se han realizado en días con condiciones meteorológicas favorables.

Ruta registrada por la Peña 1:

La peña se compone de doce ciclistas, se han dispuesto un total de doce rastreadores GPS y siete cámaras.

El itinerario tiene inicio en la CV-311 (Bétera) y discurre por carreteras convencionales de la zona, recorriendo un total de 26,9 km. La Figura 9 muestra la ruta registrada.

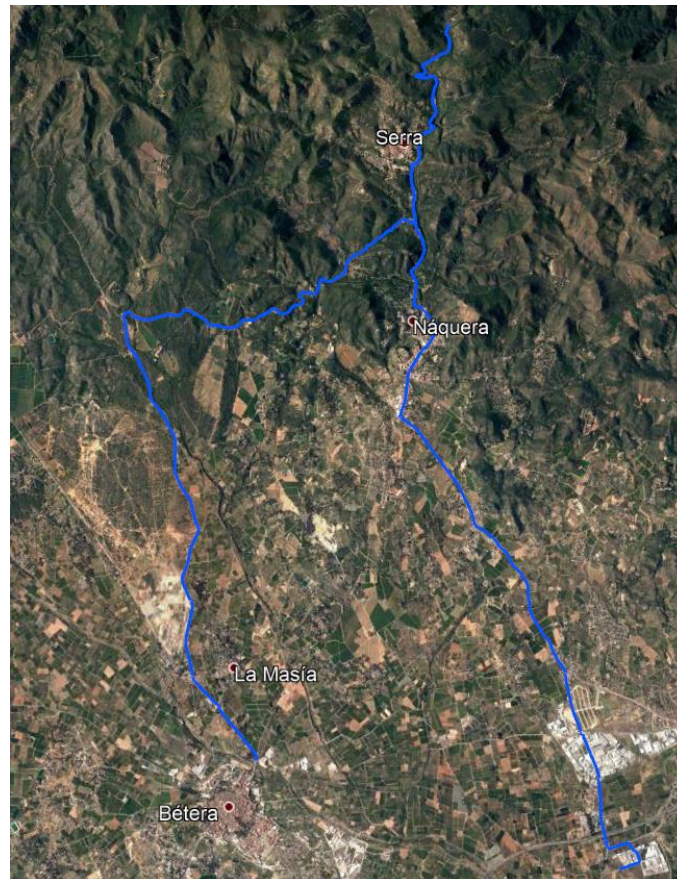


Figura 9. Recorrido Peña 1

Ruta registrada por la Peña 2:

El itinerario de la Peña 2 inicia y finaliza en la localidad de Sedaví, discurre por tramos de carreteras convencionales y por vías de servicio de distintos municipios. Se trata de una ruta de 85,2 km, realizada por un total de 28 ciclistas, a cada uno de ellos dotado con un dispositivo GPS para rastrear el recorrido. La Figura 10 muestra la ruta registrada.

Ambas rutas se han dividido en tramos, determinando las fronteras de estos tramos con glorietas o cambios importantes de plataforma. De esta forma el itinerario registrado por la Peña 1 está compuesto por 10 tramos y el itinerario de la Peña 2 por 11 tramos.

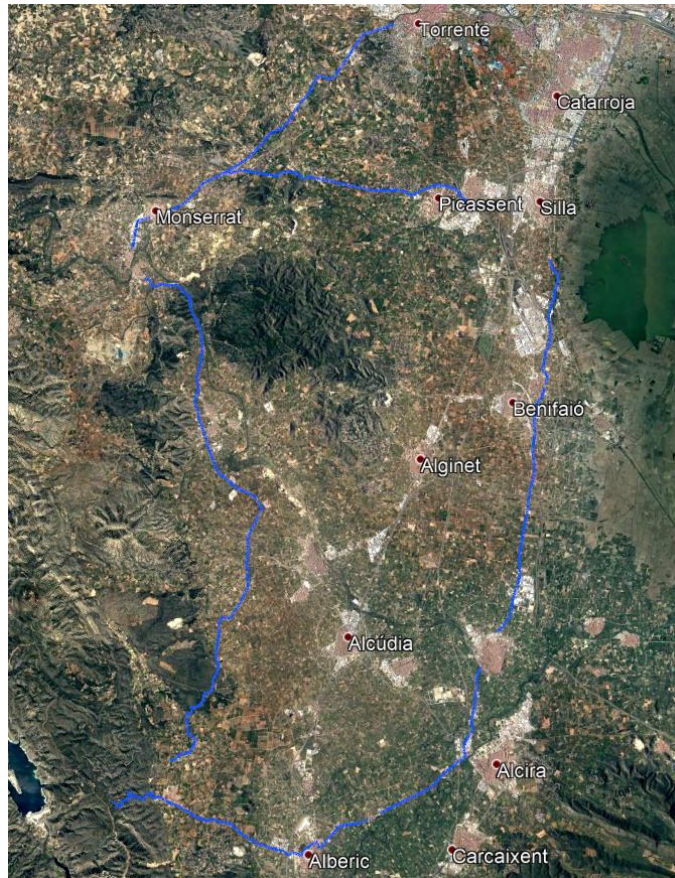


Figura 10. Recorrido Peña 2

4.2. Tratamiento de datos

4.2.1. Restitución de la geometría

La restitución de los tramos de las carreteras seleccionadas se han realizado empleado el programa Autodesk Civil 3D, el cual es un programa especializado para el trazado de carreteras que ha permitido la restitución de la planta y del alzado de los recorridos.

Para poder realizar la restitución de la geometría de los tramos de estudio, se ha incorporado al programa la ortofoto procedente del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con una resolución de 25 cm por píxel, de los lugares donde se han desarrollado las salidas de los pelotones ciclistas. Las ortofotos de máxima actualidad utilizadas datan de 2018.

Con el programa Civil 3D, se ha dibujado el trazado en planta de los recorridos realizados mediante una polilínea reflejando el eje de la calzada. La representación gráfica de dicha polilínea ha de ser lo más semejante posible a la ruta realizada, de forma que los puntos se disponen más cerca unos de otros en las curvas y más distanciados en las rectas. Se han representado tantas polilíneas como tramos tiene el recorrido registrado. La Figura 11 muestra un ejemplo de las polilíneas restituidas.



Figura 11. Polilíneas recorrido peña 1

Una vez finalizado el trazado de los ejes, se han exportado las coordenadas (x, y) de cada tramo al programa REVEL, desarrollado por el Grupo de Investigación de Ingeniería de Carreteras de la Universidad Politécnica de Valencia, donde se transforman las coordenadas y se obtienen los datos del trazado cada metro. Una vez se han procesado los datos, se ha obtenido una primera alineación del trazado en planta.

Finalmente, mediante un segundo ajuste por algoritmos genéricos se ha conseguido obtener el estado de alineaciones definitivo para cada tramo de carretera (Figura 12).

Order	Type	PKInitial	PKFinal	Length	Radius	Parameter	InitialHeading	FinalHeading
1	1	0	5	5	0	0	-8,31779875191221	-8,33958438544506
2	3	5	9	4	0	-39,4779259890872	-8,33958438544506	-8,84065395670072
3	2	9	38	29	-378,320529338131	0	-8,84065395670072	-13,8914352349577
4	3	38	63	25	0	-99,5425455068642	-13,8914352349577	-15,8991992213455
5	1	63	414	351	0	0	-15,8991992213455	-15,8968248878863
6	3	414	464	50	0	115,808672559191	-15,8968248878863	-9,72593222742134
7	2	464	508	44	274,361160530469	0	-9,72593222742134	0,719982404007794
8	3	508	611	103	0	167,812717574629	0,719982404007794	12,7115189620338
9	1	611	1002	391	0	0	12,7115189620338	12,7011107167309
10	3	1002	1028	26	0	-55,3423715350761	12,7011107167309	5,13431638166594
11	2	1028	1048	20	-123,815682198868	0	5,13431638166594	-5,60005394053587
12	3	1048	1051	3	0	-28,1774388850484	-5,60005394053587	-5,96087311102019
13	1	1051	1056	5	0	0	-5,96087311102019	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 12. Estado de alineaciones (Tramo 1ª - Peña 1)

Una vez obtenido el estado de alineaciones, se ha realizado nuevamente la restitución geométrica de los tramos, pero esta vez mediante la herramienta creación de alineaciones de Civil3D, donde se definen las entidades de la carretera restituida. En este proceso se ha definido las longitudes de las rectas, los parámetros de las clotoides y los radios de las curvas circulares. En todo momento se han respetado los valores del estado de alineaciones para las curvas, obtenido mediante REVEL.

Una vez finalizada la restitución en planta se ha realizado la restitución en alzado, utilizando nubes de puntos de la cartografía LIDAR del terreno con una densidad de 1 punto cada 2 m², lo cual proporciona información altimétrica con una precisión de 20 cm.

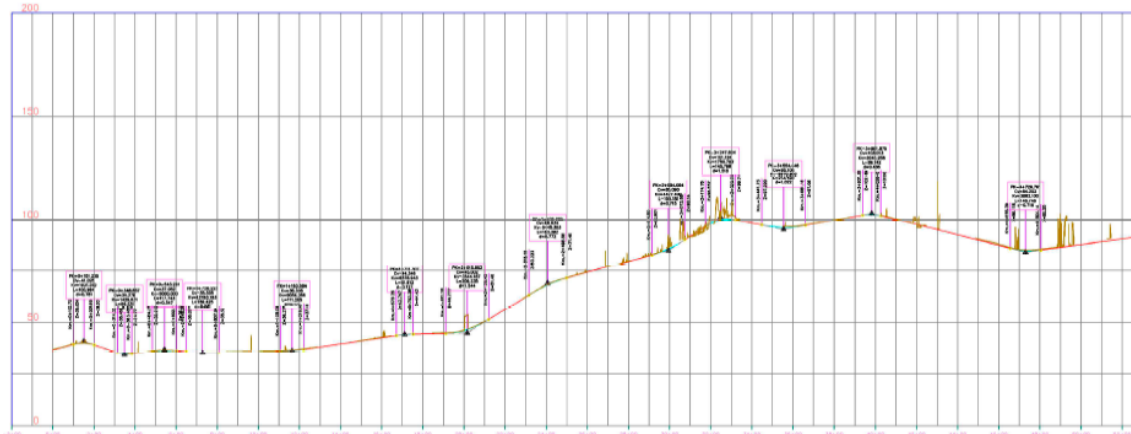


Figura 13. Restitución alzado (Tramo P-M - Peña 2)

Con esta metodología se han restituido aproximadamente 112 km, en el anexo 1 se pueden consultar los estados de alineaciones y rasantes de los tramos considerados para el estudio. En la Tabla 5 se muestra de forma resumida las principales características de los tramos de estudio.

	Carretera	Tramo	L. total (m)	nº curvas circulares	Rango pendiente (%)	
					Máx	Min
Peña 1	CV-331	Bétera - La masía	1058,77	3	1,88	0,41
	CV-331	La masía - Porta Coeli	4875,11	23	3,22	-0,79
	CV-328	Porta Coeli - Serra I	6019,73	72	9,41	-7,01
	CV-310	Serra I - Serra II	881,75	5	3,01	-0,83
	CV-310	Serra II - Puerto de l'Oronet	2772,37	26	6,64	5,13
	CV-310	Serra I - Náquera	1151,51	7	0,06	-6,16
Peña 2	CV-315	Náquera - Polígono Moncada III	10132,50	54	6,17	-9,36
	CV-415	Picassent - Montserrat I	11219,04	37	6,35	-3,41
	CV-405	Torrent - Montserrat I	10184,11	25	6,96	-1,37
	CV-405	Montserrat I - Montserrat II	2960,93	2	0,09	-3,49
	CV-405	Montserrat II - Real	1779,04	3	-0,11	-0,17
	CV-50	Real - Catadau	12146,82	50	2,86	-3,09
	Camino Rural	Catadau - Tous I	14694,17	68	5,32	-4,33
	CV-5412	Tous I - Tous II	3179,81	52	4,63	-8,07
	CV-541	Tous I - Benimuslem	10227,92	48	6,26	-5,52
	CV-550	Benimuslem - Algemesí	8143,28	36	1,73	-0,25
CV-42	Algemesí - Silla	10693,99	42	0,45	-0,48	

Tabla 5. Características de los tramos de estudio

4.2.2. Obtención de la trayectoria

Sobre los trazados restituidos, se proyectan los datos registrados por los dispositivos GPS. Dichos datos se han tratado con el programa REVEL desarrollado por el Grupo de Investigación de Ingeniería de Carreteras.

Haciendo uso de este programa se ha logrado convertir los datos provenientes del GPS en un formato espacial proyectado sobre el eje de referencia, espaciado uniformemente a 1 metro. El eje de referencia tomado es el eje de separación de los sentidos de la calzada, o en caso de no poderse identificar claramente, el borde izquierdo de la calzada. De este modo, las trayectorias toman la misma base espacial.

Con los resultados del programa REVEL se consigue obtener en cada metro de la trayectoria la velocidad desarrollada por cada ciclista que desarrolla el recorrido registrado.

4.3. Obtención y tratamiento de la velocidad

Tras la realización de los registros de las salidas de los pelotones, estos datos se deben correlacionar con la velocidad desarrollada por cada uno de los ciclistas proyectando los datos sobre las trayectorias restituidas. Para ello, se codifica cada ciclista de forma individual con un código alfanumérico de forma correlativa para poder identificar en cada momento que velocidad corresponde a cada usuario.

Como se ha indicado, mediante el programa REVEL, se consigue obtener la velocidad registrada por cada GPS de forma continua espaciada uniformemente a 1 metro, permitiendo esto la representación de los diagramas de velocidad desarrollados por cada ciclista. Con ello, se determina si la velocidad del pelotón es homogénea. En la Figura 14 se muestra un ejemplo de dichos diagramas y se aprecia que las velocidades se desarrollan de forma homogénea en todo el tramo.

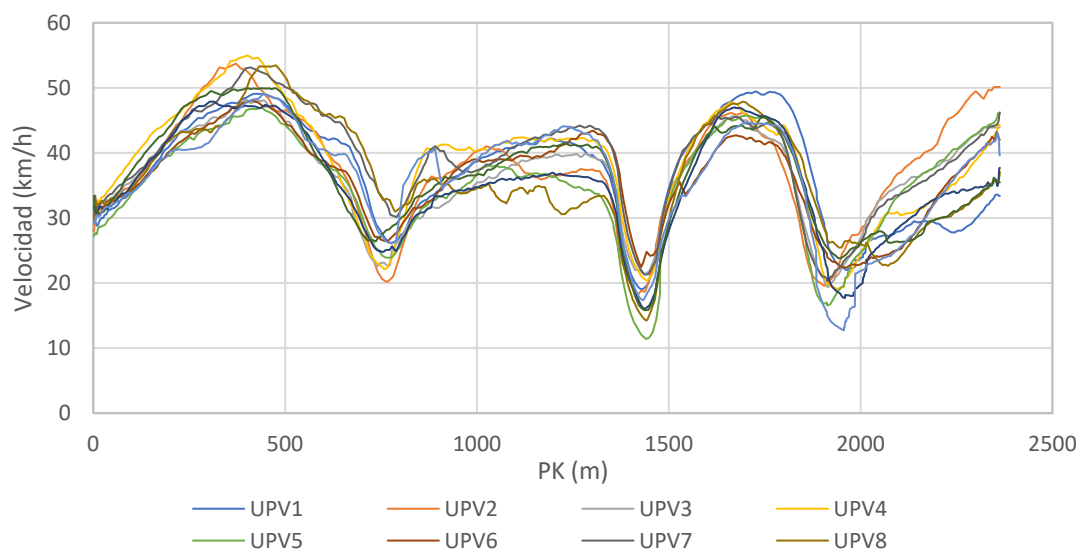


Figura 14. Ejemplo diagrama de velocidad (Tramo 4c - Peña 1)

Una vez tratados todos los datos, se obtienen los perfiles de velocidad continuos para los percentiles 5, 15, 30, 50, 70, 85, 95 en todo el recorrido, como se muestra en la Figura 15 a modo de ejemplo el perfil de velocidad resultante del tramo 4c de la peña 1.

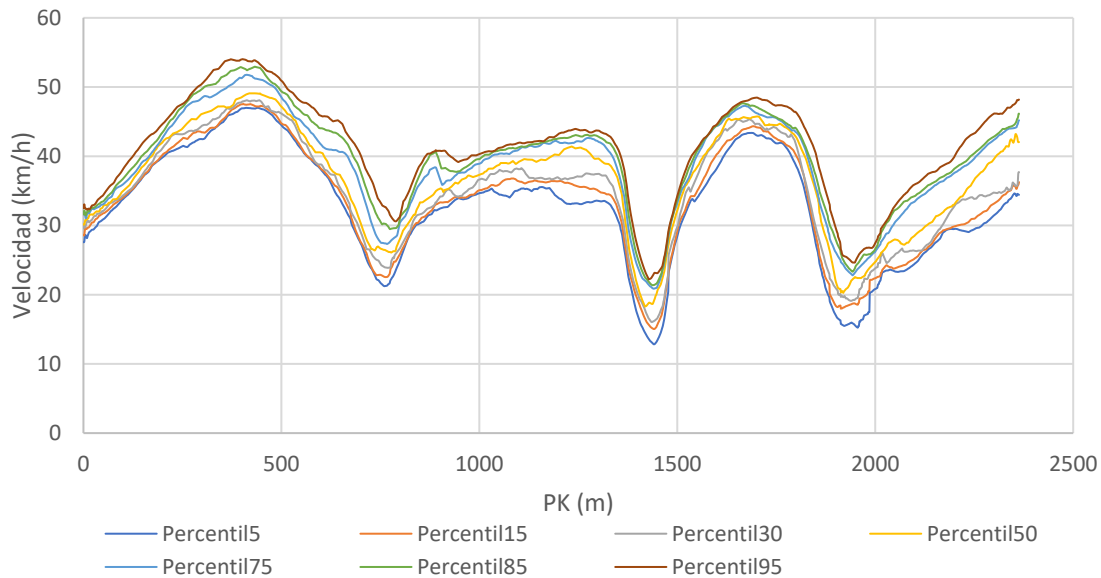


Figura 15. Ejemplo perfil de velocidad (Tramo 4d - Peña 1)

4.4. Variables consideradas

A continuación, se exponen las variables que se consideran en el presente estudio relacionadas con la velocidad de operación en curvas. Estas variables han sido obtenidas directamente de la restitución geométrica de los tramos analizados.

Se va a realizar un análisis multivariable considerando únicamente:

- El radio de las curvas circulares (R)
- La inclinación de la rasante en el centro de cada curva circular (I)

Siguiendo la línea de los modelos desarrollados para vehículos ligeros se considera que el radio como una variable explicativa de la velocidad de operación. Por otro lado, al tratarse de un esfuerzo físico, la inclinación de la rasante afectará en la elección de la velocidad de forma que para pendientes positivas la velocidad se verá reducida, mientras que para pendientes negativas favorecerá la inercia y conllevará el desarrollo de la velocidad mayor.

El objetivo es determinar la relación entre ambas variables observando en qué medida afecta el radio de las curvas circulares, así como el valor de la inclinación de la rasante a partir del cual la influencia sobre la velocidad es positiva o negativa.

5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

El perfil de velocidad desarrollado por los ciclistas en los distintos tramos puede definir el comportamiento que estos van a tener a lo largo de un trazado de carretera, en base a las características tanto en planta como en alzado del mismo.

De esta forma, los modelos que se presentan a continuación sirven como una herramienta a tener en cuenta a la hora de analizar tanto la seguridad vial como la funcionalidad de la carretera.

5.1. Muestra obtenida

Como se ha indicado anteriormente, este estudio se centra únicamente en la velocidad de operación desarrollada por los ciclistas en las curvas circulares. Tras el tratamiento de datos y la restitución de los ejes, se tiene una muestra de 554 curvas que abarcan una gran variedad de radios y de inclinaciones de rasante.

En el siguiente gráfico (Figura 16), se muestra la dispersión de los datos registrados.

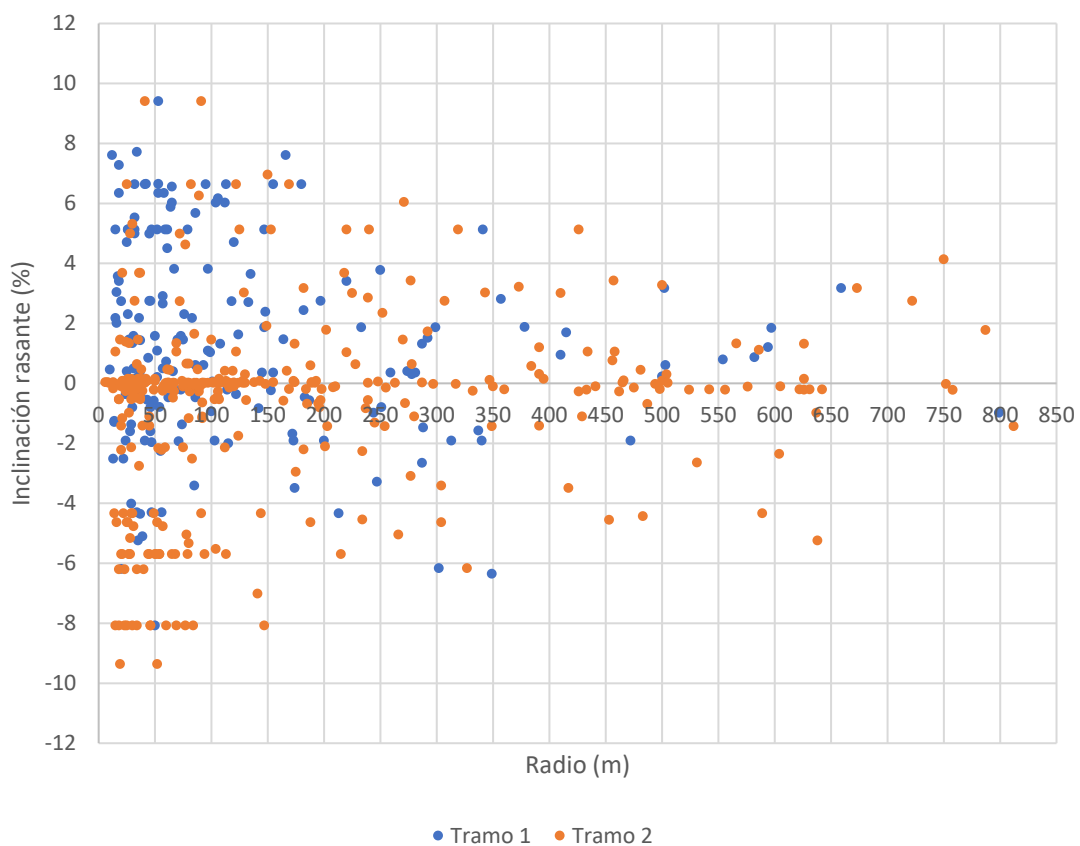


Figura 16. Curvas registradas

Se observa la existencia de curvas de radios pequeños, desde 6 metros, hasta curvas superiores a 800 metros. La mayoría de las curvas tienen un radio entre 0 y 400 metros, mientras que para radios mayores se tienen menores registros de velocidad.

En cuanto a la pendiente, los trayectos han discurridos por carreteras que han alcanzado inclinaciones de rasante superiores al 8%, tanto en tramos ascendentes como descendentes.

5.2. Selección de curvas a estudiar

Para la calibración del modelo se van a elegir una submuestra de curvas con las que se definirán los distintos parámetros del ajuste de la función que defina la velocidad, y posteriormente con las curvas restantes se procederá a la validación del modelo.

La elección de las curvas para la submuestra se ha hecho a partir de una retícula definida en el gráfico de dispersión como se observa en la Figura 16. Esta retícula divide los radios de las curvas cada 50 metros y la inclinación de la rasante cada 2%. Se ha elegido una curva de cada área formada por la retícula, sin distinguir si se trata del tramo 1 o tramo 2, para tener una submuestra amplia que abarque un gran rango de radios y considere las distintas posibilidades de inclinación de rasante que se han registrado.

Con ello, la submuestra seleccionada para la calibración del modelo está compuesta por un total de 75 curvas circulares. En la siguiente Figura 17 se muestran las curvas seleccionadas resultantes y con la que se va a calibrar el modelo.

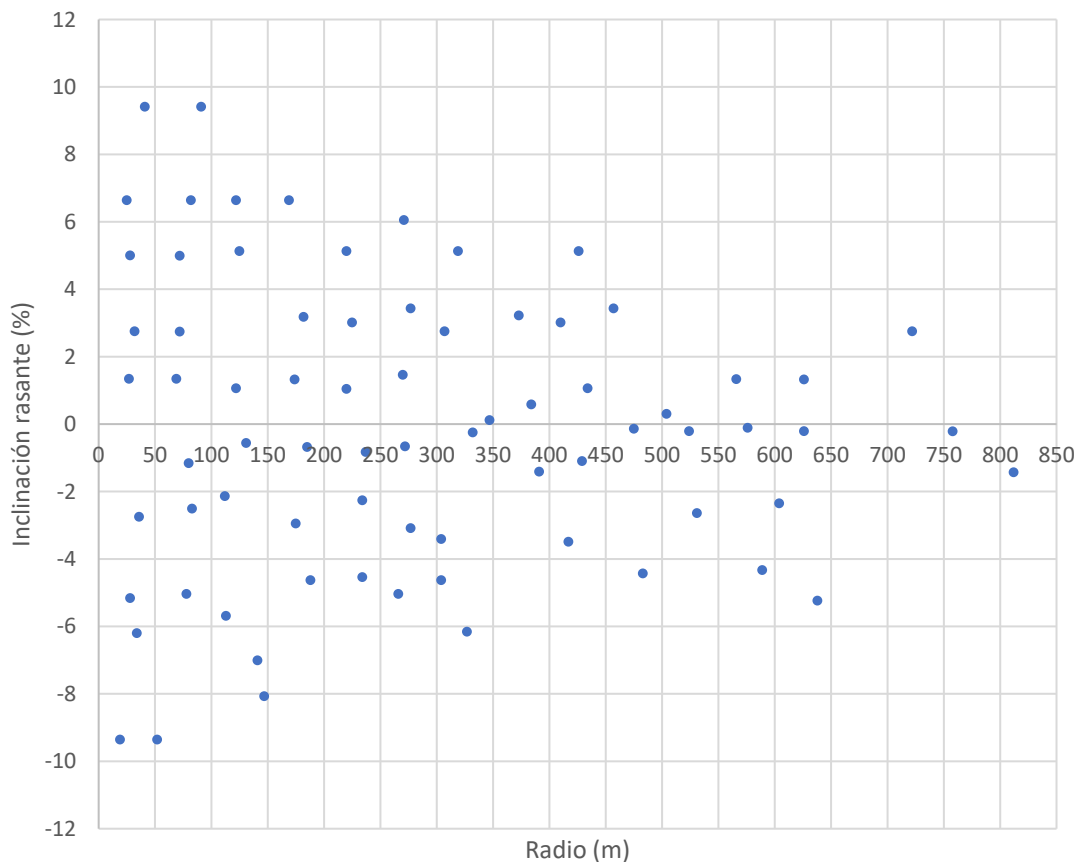


Figura 17. Selección de curvas



La Tabla 6 recoge las características geométricas de las curvas utilizadas para el estudio.

Curva	Tramo	Segmento	PK_centro	R (m)	L (m)	I (%)
C11B01	1	1b	988,5	626	9	1,32
C11B02	1	1b	1283,5	174	13	1,32
C11B03	1	1b	3097	373	32	3,22
C11B04	1	1b	4194	182	52	3,18
C11B05	1	1b	4292,5	220	43	1,04
C10201	1	2	386	72	12	2,74
C10202	1	2	669	384	52	0,58
C10203	1	2	1526,5	72	23	4,99
C10204	1	2	3964,5	28	25	5
C10205	1	2	4740	91	24	9,41
C10206	1	2	4789	41	30	9,41
C10207	1	2	5371,5	141	53	-7,01
C10208	1	2	5601	175	40	-2,95
C13A01	1	3a	55,5	220	13	5,13
C13A02	1	3a	462,5	125	17	5,13
C13A03	1	3a	906,5	319	13	5,13
C13A04	1	3a	1411	426	60	5,13
C13A05	1	3a	1808	25	40	6,64
C13A06	1	3a	2065,5	169	13	6,64
C13A07	1	3a	2196,5	122	33	6,64
C13A08	1	3a	2374,5	82	17	6,64
C13B01	1	3b	310	237	92	-0,83
C13B02	1	3b	660,5	225	21	3,01
C13B03	1	3b	810,5	410	75	3,01
C14A01	1	4a	286,5	327	41	-6,16
C14A02	1	4a	565	589	82	-4,33
C14C01	1	4c	301,5	78	83	-5,04
C14C02	1	4c	788,5	112	27	-2,14
C14C03	1	4c	1619	638	98	-5,24
C14D01	1	4d	2359	185	50	-0,68
C14D02	1	4d	2613,5	272	59	-0,66
C14D03	1	4d	3137,5	266	31	-5,04
C14D04	1	4d	6225	52	28	-9,36
C14D05	1	4d	6254,5	19	11	-9,36
C14D06	1	4d	6318,5	147	13	-8,07
C14D07	1	4d	6881	483	34	-4,43
C2PM01	2	p-m	318,5	304	43	-3,41
C2PM02	2	p-m	1625	270	48	1,46
C2PM03	2	p-m	2681	32	6	2,75
C2PM04	2	p-m	2806	307	46	2,75
C2PM05	2	p-m	2910,5	722	31	2,75



Curva	Tramo	Segmento	PK_centro	R (m)	L (m)	I (%)
C2PM06	2	p-m	4170,5	83	11	-2,51
C2PM07	2	p-m	6335,5	27	5	1,34
C2PM08	2	p-m	6383,5	69	45	1,34
C2PM09	2	p-m	7842,5	271	157	6,05
C2PM10	2	p-m	8260	457	18	3,43
C2PM11	2	p-m	8481,5	277	139	3,43
C22A201	2	2a2	858	417	88	-3,49
C22C01	2	2c	1305	277	24	-3,09
C22C02	2	2c	2292,5	131	27	-0,56
C22C03	2	2c	2429	234	54	-2,26
C22C04	2	2c	2763	566	134	1,33
C22C05	2	2c	3824	391	16	-1,41
C22C06	2	2c	4455,5	576	19	-0,11
C22C07	2	2c	6473	429	200	-1,1
C22C08	2	2c	7718	604	164	-2,35
C22C09	2	2c	11301,5	475	97	-0,14
C24B01	2	4b	476	34	28	-6,2
C24B02	2	4b	1665,5	188	13	-4,63
C24B03	2	4b	1746	304	48	-4,63
C24B04	2	4b	2022,5	28	25	-5,16
C24B05	2	4b	2474	113	6	-5,69
C25A01	2	5a	211	234	4	-4,54
C25A02	2	5a	1252,5	531	55	-2,64
C25A03	2	5a	3374,5	812	37	-1,43
C25A04	2	5a	3570,5	80	27	-1,16
C25A05	2	5a	6380	122	4	1,06
C25A06	2	5a	6527,5	434	9	1,06
C25A07	2	5a	6843,5	758	279	-0,215
C25A08	2	5a	7445	36	62	-2,75
C25B01	2	5b	5222,5	332	33	-0,25
C25C101	2	5c1	1997,5	347	7	0,115
C25C102	2	5c1	6841,5	626	39	-0,21
C25C103	2	5c1	7003,5	524	39	-0,21
C25C104	2	5c1	7907	504	22	0,3

Tabla 6. Características geométricas curvas seleccionadas

5.3. Distribución de la velocidad

A continuación, se procede al análisis de la distribución de la velocidad en cada sección de la vía. Para comprobar si sigue una distribución normal. En caso afirmativo, el intervalo comprendido entre la media más/menos dos veces la desviación típica englobará el 95,4% de los datos.

Para el análisis de normalidad de los datos registrados, se ha estudiado la distribución de las velocidades en el punto medio de cada curva seleccionada. La Figura 18 muestra a modo de ejemplo la distribución de una de dichas curvas, la C22C07. En el anexo 2 se recoge el análisis realizado para cada curva.

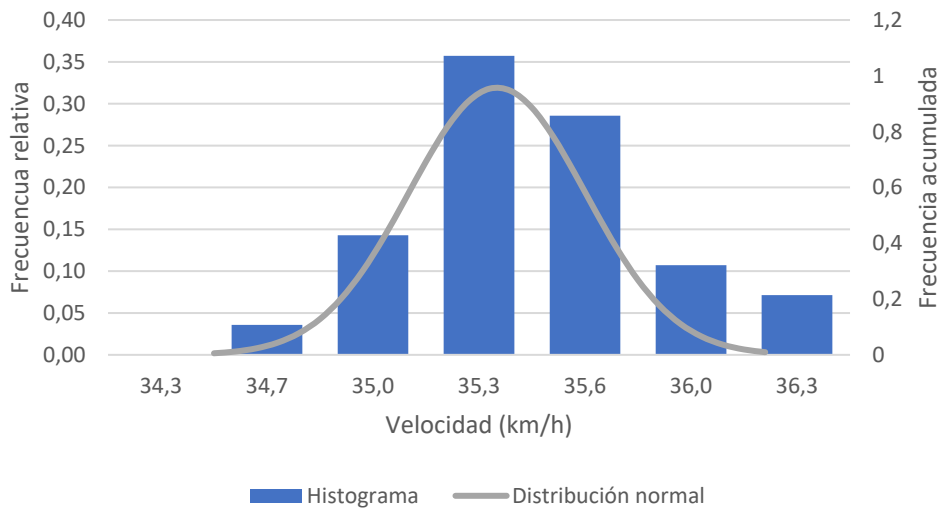


Figura 18. Distribución de velocidad en la sección central de la curva C22C07

Con la Figura 18 se puede apreciar una distribución normal de los datos, aunque esta afirmación no se puede realizar con certeza ya que depende de los intervalos utilizados para la realización del histograma.

Para un mejor análisis de la normalidad de los datos, se ha realizado un estudio estadístico de la variable en cada sección obteniendo: recuento, promedio, desviación típica, coeficiente de variación, mínimo, máximo, rango, sesgo y curtosis. Se presta especial atención al sesgo y la curtosis dado que si presentan valores fuera del rango -2 a $+2$ indican desviaciones significativas de la normalidad. Únicamente 21 de las secciones estudiadas (representan el 28%) se encuentran fuera del rango indicado.

Para la realización de un estudio más completo, se realiza la comprobación de Shapiro-Wilk basada en la comprobación de cuartiles de distribución normal ajustada a los datos, en los casos en que el resultado de valor-P supere 0,05 no se puede rechazar la hipótesis de que la variable sigue una distribución normal (hipótesis H_0).

De las 75 curvas seleccionadas, en 45 se puede aceptar una distribución normal de la velocidad en el punto medio de la curva con un 95% de confianza. En las restantes secciones, en 18 se puede aceptar con un 90% de confianza. Con ello, de los casos estudiados en un 84% puede aceptarse que la distribución de la velocidad se puede modelar según una distribución normal. Para el resto de los casos se ha estudiado su distribución en Papel Probabilístico Normal, y se concluye que dichas distribuciones se asemejan a una distribución normal, estos análisis quedan reflejados en el anexo 2.

5.4. Tamaño de la muestra

De las curvas se seleccionadas a continuación, en laTabla 7, se analiza el tamaño de la muestra necesaria a partir de la siguiente expresión:

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2}{e^2}$$

Donde:

- n es el número de ciclistas requeridos.
- Z es la constante dependiente del nivel de confianza, es este caso 1.96 para un nivel de confianza del 95%.
- σ es la desviación típica de la velocidad en cada curva (km/h)
- e es el error asumido (2km/h)

Tramo	CURVA Segmento	PK_centro	Desviación típica	Muestra real	Muestra necesaria
1	1b	988,5	0,02606018	10	1
1	1b	1283,5	0,04776035	10	1
1	1b	3097	0,67070796	10	1
1	1b	4194	2,15584004	10	4
1	1b	4292,5	1,49089117	10	2
1	2	386	0,6823968	10	1
1	2	669	0,81297725	10	1
1	2	1526,5	1,73259681	10	3
1	2	3964,5	1,12905452	10	1
1	2	4740	1,7226401	10	3
1	2	4789	0,95571549	10	1
1	2	5371,5	1,13906848	10	1
1	2	5601	2,5185421	10	6
1	3a	55,5	1,54075907	10	2
1	3a	462,5	0,44929958	10	1
1	3a	906,5	0,78289073	10	1
1	3a	1411	2,20783047	10	4
1	3a	1808	0,67989604	10	1
1	3a	2065,5	2,25992477	10	5
1	3a	2196,5	1,24826505	10	1
1	3a	2374,5	0,54690251	10	1
1	3b	310	4,33277074	10	17
1	3b	660,5	6,76578693	10	42
1	4a	286,5	5,34569617	12	26
1	4c	301,5	2,45427507	12	6
1	4c	788,5	1,88884729	12	3
1	4c	1619	0,44145434	12	1



1	4d	2359	0,55712477	12	1
1	4d	2613,5	0,58104954	12	1
1	4d	3137,5	2,00713888	12	4
1	4d	6225	3,64740465	12	12
1	4d	6881	3,61228832	12	12
2	p-m	318,5	0,50800681	28	1
2	p-m	1625	0,08937061	28	1
2	p-m	2681	0,06974223	28	1
2	p-m	2806	0,46292572	28	1
2	p-m	2910,5	0,55030362	28	1
2	p-m	4170,5	1,44005405	28	2
2	p-m	6383,5	0,91980468	28	1
2	p-m	7842,5	0,25790153	28	1
2	p-m	8260	0,33081266	28	1
2	p-m	8481,5	0,26231769	28	1
2	2a2	858	0,72514898	28	1
2	2c	1305	0,06802849	28	1
2	2c	2292,5	0,14415657	28	1
2	2c	2429	1,18124029	28	1
2	2c	2763	0,22236455	28	1
2	2c	3824	0,14235361	28	1
2	2c	4455,5	0,7616464	28	1
2	2c	6473	0,02469923	28	1
2	2c	7718	0,68258312	28	1
2	2c	11301,5	0,98653546	28	1
2	4b	476	4,66856313	19	20
2	4b	1665,5	5,91811765	19	32
2	4b	1746	3,31609327	19	10
2	4b	2022,5	4,13630367	19	16
2	4b	2474	4,06195811	19	15
2	5a	1252,5	1,69036689	24	3
2	5a	3374,5	0,51093714	24	1
2	5a	3570,5	0,15033651	24	1
2	5a	6380	0,760551	24	1
2	5a	6527,5	0,6488001	24	1
2	5a	6843,5	1,07587561	24	1
2	5a	7445	0,65499157	24	1
2	5b	5222,5	0,07205587	25	1
2	5c1	1997,5	0,06676238	25	1
2	5c1	6841,5	0,02882365	25	1
2	5c1	7003,5	0,02092278	25	1
2	5c1	7907	3,6126483	25	12

Tabla 7. Tamaño de la muestra necesaria para las curvas analizadas

El número de ciclistas necesarios en la mayoría de curvas es inferior a 3. Esto se debe principalmente a la baja desviación típica de la velocidad, que presenta un valor medio de 1,51 km/h. Sin embargo, los registros obtenidos son de al menos 10 observaciones para las curvas del tramo 1 y 19 para las del tramo 2.

5.5. Análisis de las variables

Previamente a la calibración del modelo, se realiza un análisis sobre las variables de estudio para conocer su relación e influencia sobre la velocidad considerando las siguientes:

- El radio de la curva (R), la relación se representa en la Figura 19.
- El pendiente longitudinal (I), la relación se representa en la Figura 20.

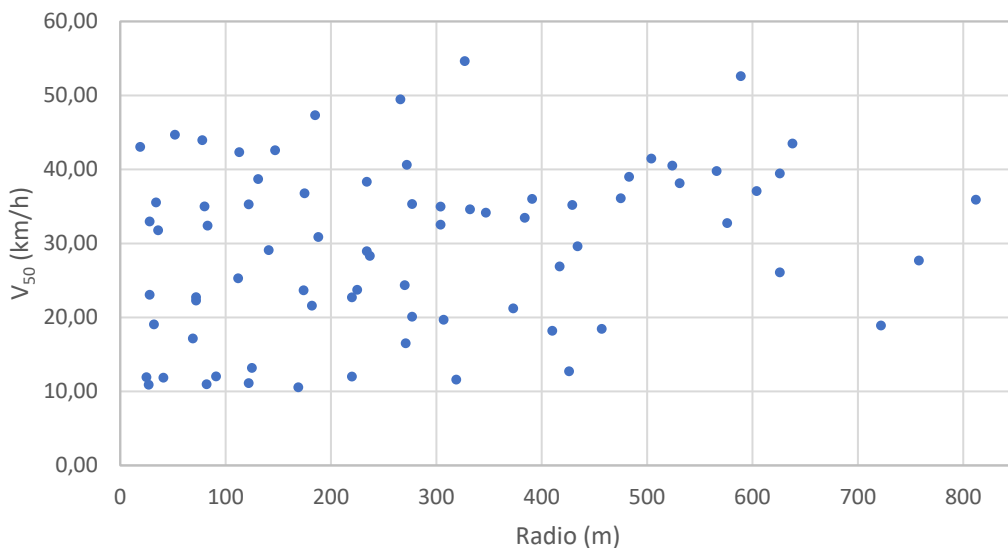


Figura 19. Relación radio - velocidad

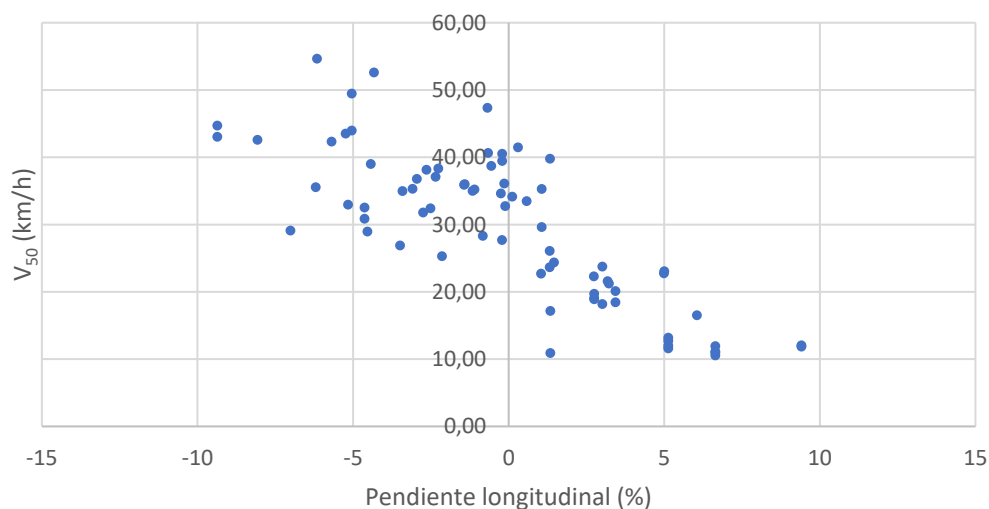


Figura 20. Relación pendiente longitudinal - velocidad

Como se ha observado en el estado del arte, para modelos de vehículos ligeros el radio se considera una variable de gran influencia en la velocidad adoptada por los conductores ya que ejerce control geométrico y condiciona la velocidad a la que circulan. En el caso de los ciclistas la relación con la velocidad no está tan claramente definida, pues como se observa en Figura 19 aparentemente no existe una tendencia muy clara.

Por otro lado, para la pendiente longitudinal, sí se observa una clara tendencia decreciente en la que, para valores más altos de la inclinación de la rasante las velocidades son menores. Se observa mayor dispersión de la velocidad para pendientes descendentes superiores al 5%, así como una tendencia asintótica horizontal para pendientes muy elevadas.

5.6. Ajuste modelo multivariable

A la vista de lo mostrado en el apartado anterior, se procede a realizar el ajuste del modelo con dos variables: la pendiente longitudinal y el radio. De la tendencia de las variables mostrada en las figuras Figura 19 y Figura 20, se espera que la pendiente longitudinal sea la más significativa en el modelo.

Dicha variable no muestra una varianza homogénea a lo largo de toda la serie, por lo que se trata de una variable heterocedástica, la varianza de los errores no es constante en todas las observaciones realizadas. Ante esta característica, se considera que un ajuste por mínimos cuadrados no daría un buen resultado y se opta por realizar un modelo ajustado por máxima verosimilitud.

El ajuste estadístico se lleva a cabo mediante la programación de una hoja Excel. El procedimiento que se sigue para el ajuste del modelo es el siguiente:

- El primer lugar se proponen diferentes funciones para la estimación de la velocidad a partir de las observaciones de la velocidad v_{50} . Se elige el percentil 50 por ser el valor central. Estas funciones ajustan para una varianza fija y se estudia cuál de ellas proporciona mejor resultado.
- Seguidamente, tras elegir la función que mejor explica el modelo, se estudian otras funciones que ajusten la desviación típica de las velocidades registradas.

Con el ajuste del valor central, v_{50} , y la desviación típica se pueden estimar los distintos percentiles de la velocidad y no únicamente el percentil 85, es decir, la velocidad de operación.

Para el ajuste del modelo en primer lugar se han propuesto 7 funciones, fijando entre 2 y 4 parámetros. En la Tabla 8, se resumen las funciones estudiadas y los resultados obtenidos.

Modelo	Función	a	b	c	d	Log verosimilitud
1	$v_{50} = a + bI$	29,3066	-2,1370	-	-	-305,623
2	$v_{50} = a + bI + cR$	26,0982	-2,1052	0,0115	-	-298,883

3	$v_{50} = a + bI^2 + cR$	26,0621	-0,0155	0,0133	-	-436,959
4	$v_{50} = \frac{c}{1 + e^{-a+bl}}$	1,0185	-0,3038	42,7717	-	-301,093
5	$v_{50} = \frac{c}{1 + e^{-a+bl-dR}}$	0,4079	-0,2380	46,2043	-0,0009	-297,634
6	$v_{50} = \frac{c}{1 + e^{-a+bl+bl+d\sqrt{R}}}$	0,1089	-0,2285	47,1123	0,0305	-296,925
7	$v_{50} = \frac{c}{1 + e^{-(a+bl+d\sqrt{R})}}$	0,9790	-0,2356	46,8596	-4,7096	<u>-296,804</u>

Tabla 8. Funciones estudiadas

Por otro lado, también se han estudiado funciones por tramos dado que se observa un cambio de comportamiento en la velocidad cuando la pendiente alcanza valores en torno a 1 – 1,5%, para lo cual se ha forzado la continuidad en la unión de las funciones que definen cada tramo. En la Tabla 9 se resumen las funciones por tramos estudiadas:

Modelo	Función	a	b	c	d	Log verosimilitud
8	$I > 1$ $v_{50} = \frac{c}{1 + e^{-\left(a+bl+\frac{d}{\sqrt{R}}\right)}}$	-5,1459	-0,1237	5892,7664	-1,7347	-289,795
	$I < 1$	-2,4377	-0,0326	455,6378	-1,1056	
9	$I > 1$ $v_{50} = \frac{c}{1 + e^{-\left(a+bl+\frac{d}{\sqrt{R}}\right)}}$	-5,3877	-0,1237	7498,5617	-1,7388	<u>-288,300</u>
	$I < 1$ $v_{50} = a + bI^2 + \frac{c}{\sqrt{R}}$	38,2141	0,1546	-46,2396	-	
10	$I > 1.3$ $v_{50} = \frac{c}{1 + e^{-\left(a+bl+\frac{d}{\sqrt{R}}\right)}}$	-4,7092	-0,1114	3636,8761	-1,8519	-293,360
	$I < 1.3$ $v_{50} = a + bI^2 + \frac{c}{\sqrt{R}}$	29,4274	0,1557	0,2981	-	

Tabla 9. Funciones por tramos estudiadas

Los modelos 1, 2 y 3 se trata de funciones polinómicas cuyo ajuste es el que peores resultados aporta, estas funciones no son apropiadas para la estimación de la velocidad por lo que se descartan, en el primero de los modelos únicamente se considera la pendiente longitudinal de forma lineal con la velocidad.

Los modelos 4, 5 y 6 corresponden a funciones logísticas, en el modelo 4 únicamente se considera la pendiente longitudinal, resultado ser el peor ajuste de estos últimos mencionados. En todos ellos la pendiente interviene de forma inversa en la velocidad, al aumentar la pendiente disminuye la velocidad, y también en todos los modelos (excepto en el modelo 4 donde no interviene el radio) el radio tiene una relación directa con la velocidad.

Los modelos 8, 9 y 10 se tratan de funciones por tramos, como se había indicado, donde el mejor resultado se ha obtenido estableciendo la frontera en un valor de la pendiente longitudinal del 1%. En el modelo 8 se define una única función logística con distintos parámetros según el valor de la pendiente longitudinal teniendo de nuevo una relación directa radio-velocidad e indirecta pendiente longitudinal-velocidad. Para los modelos 9 y 10 se definen dos funciones distintas

según el valor de la pendiente longitudinal, una función logística y una función polinómica, y se establecen diferentes fronteras para el cambio de función.

A la vista de los resultados anteriores, se concluye que la función por tramos que mejor ajuste proporciona es la definida como:

$$v_{50}(I, R) = \begin{cases} 38,2141 + 0,1546 \cdot I^2 - \frac{46,2396}{\sqrt{R}}, & I < 1\% \\ \frac{7498,5617}{1 + e^{5.3877 + 0.1237 \cdot I + \frac{1.7388}{\sqrt{R}}}}, & I \geq 1\% \end{cases}$$

Analizando detenidamente el modelo que mejor ajuste proporciona se observa que el radio no tiene gran influencia sobre la velocidad, incluso su comportamiento es contrario a los resultados físicamente esperables ya que en ciertas combinaciones de pendiente-radio proporciona mayor velocidad para curvas de radio más reducido:

Curva	R (m)	I (%)	V _{estimada} (km/h)
C14D06	147	-8,07	44,67
C14A01	327	-6,16	41,52
C14D05	19	-9,36	41,15
C2PM03	307	2,75	22,03
C2PM05	722	2,75	22,80

Tabla 10. Análisis resultado ajuste

A continuación, en la Figura 21 se muestra la velocidad del percentil 50 observada en función del radio y la pendiente, el radio de cada circunferencia indica el valor de la velocidad. En ella puede verse cómo en la zona de pendientes positivas, para una pendiente más elevada, las velocidades son menores. En la zona de pendientes negativas no se puede ver una relación tan evidente entre la velocidad y la pendiente. Por otro lado, el radio no tiene elevada influencia sobre la velocidad para los datos registrados.

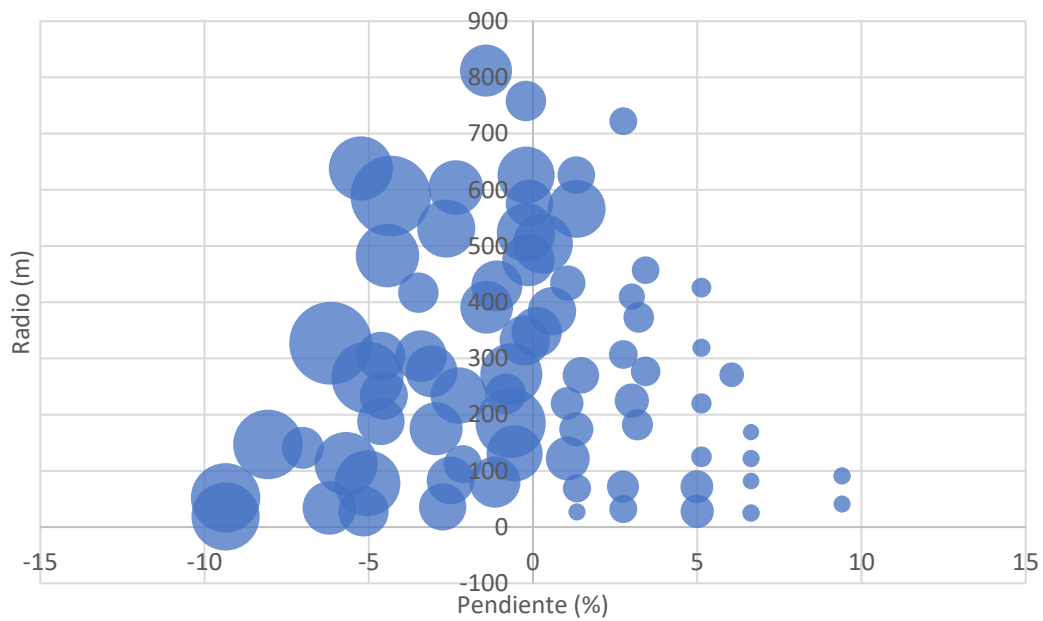


Figura 21. Velocidad percentil 50 observada

Por otro lado, la Figura 22 presenta la velocidad del percentil 50 estimada con el modelo 9 que es el que mejor ajuste ha proporcionado, mostrado anteriormente.

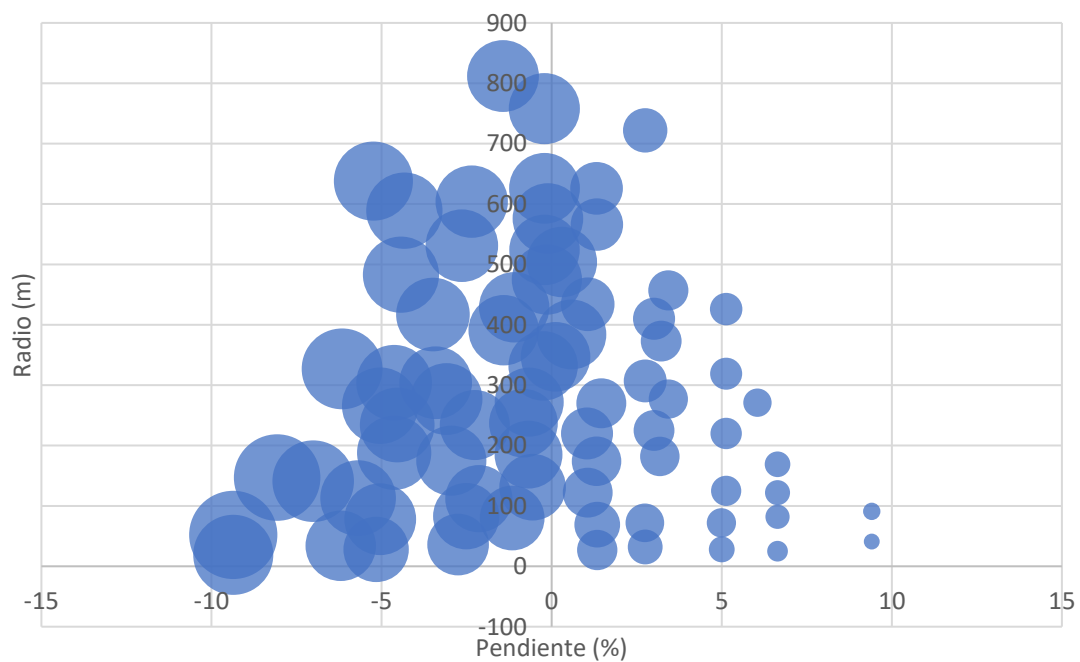


Figura 22. Velocidad percentil 50 estimada

Los resultados estimados tienen una tendencia similar a los observados: disminuye la velocidad a medida que aumenta la pendiente, y el radio tiene poca afeción.

Por último, la Figura 23 muestra la diferencia entre el valor estimado y el real, señalando de color azul cuando se trata de una diferencia positiva y de blanco en el caso contrario. El radio de los círculos indica el grado de desajuste, un mayor radio resulta de una mayor diferencia entre los datos.

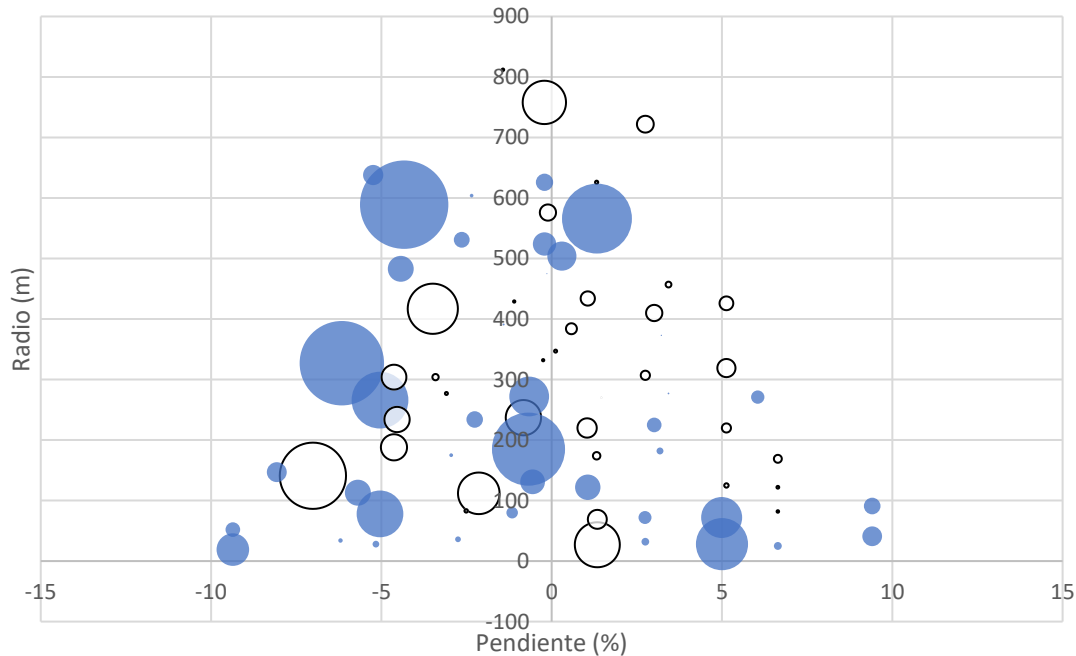


Figura 23. Error en ajuste modelo propuesto

Tras el análisis mostrado se concluye que, para los datos registrados, la afección del radio es mínima sobre la velocidad desarrollada, tal como se ha comprobado en las funciones propuestas. Aunque el mejor modelo obtenido de este primer estudio presenta unos resultados similares a las observaciones reales, la influencia del radio tiene un comportamiento contrario a los resultados físicamente esperados. Por ello, se decide realizar un segundo ajuste estadístico basado en una sola variable independiente, la pendiente longitudinal.

5.7. Ajuste modelo univariable

En el presente apartado se expone el ajuste de modelo de una única variable independiente: la pendiente longitudinal. La base del modelo sigue las indicaciones expuestas anteriormente, por tratarse de una variable heterocedástica, se realiza un ajuste por máxima verosimilitud. En primer lugar, se obtiene la función con una desviación típica constante para obtener la expresión que mejor define el modelo y, posteriormente, se calibra la desviación típica por mínimos cuadrados.

5.7.1. Modelización de la velocidad

Para la definición de la función que permite obtener la velocidad dependiente de la pendiente longitudinal, se ha partido de la función logística y probada en el anterior modelo donde se ha observado un buen ajuste. Se pretende buscar una función sencilla, fácil de recordar y con pocos parámetros.

En un primer ajuste del modelo, se ha calibrado la función de forma continua para todos los valores de la submuestra. De los resultados de la Tabla 11, se observa que la función logística es la que mejor ajuste proporciona.

Modelo	Función	a	b	c	Log verosimilitud
11	$v_{50} = \frac{c}{1 + a \cdot e^{lb}}$	0,5000	0,2603	$\frac{47,320}{2}$	$\frac{-298,827}{2}$
12	$v_{50} = c + \frac{a \cdot I}{\sqrt{I^2 + b}}$	-	52,906	30,090	-301,181

Tabla 11. Resultados funciones continuas estudiadas para modelo univariable

Por otro lado, a la vista de los resultados del modelo de dos variables, y observando la dispersión de los datos para ajustar la función (Figura 24), se perciben dos pendientes distintas en la tendencia de los datos situándose el quiebro en torno al 1-1,5% de pendiente longitudinal. Este punto donde se observa un cambio en la pendiente queda justificado por el incremento de esfuerzo físico que se debe realizar al subir el grado de inclinación de la pendiente longitudinal. En el modelo de Flüger et al. (2017) también se observa un cambio no lineal en la velocidad al pasar de un terreno llano 0-1% a una pendiente más inclinada 1-2%.

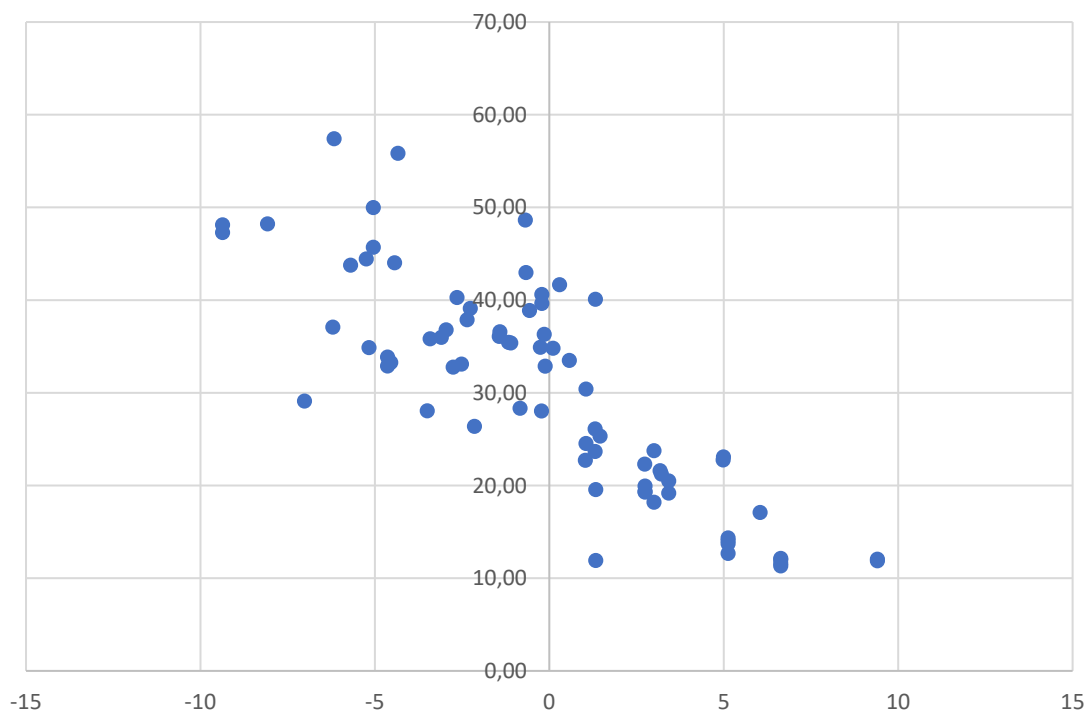


Figura 24. Velocidades registradas en función de la velocidad

La Tabla 12 muestra de forma resumida las funciones estudiadas y los resultados obtenidos de la calibración del modelo. Se ha estudiado utilizar una misma función, pero con distintos parámetros y la implementación de dos funciones distintas en cada tramo, forzando la continuidad en la unión de las funciones.

Modelo	Función	a	b	c	Log verosimilitud	
13	$ >1$	$v_{50} = c + \frac{a \cdot I}{\sqrt{G^2 + b}}$	-23,6381	18,2390	33,6792	-298,086
	$ <1$		-6,5005	1,3793	33,6792	
14	$ >1$	$v_{50} = \frac{c}{1 + a \cdot e^{lb}}$	-1,0122	0,0028	-0,4248	<u>-296,847</u>
	$ <1$		0,2624	0,5824	41,5772	
15	$ >1.3$	$v_{50} = \frac{c}{1 + a \cdot e^{lb}}$	-0,9685	-0,0080	1,1204	-296,897
	$ <1.3$		0,2837	0,5171	42,0351	
16	$ >1$	$v_{50} = \frac{c}{1 + a \cdot e^{lb}}$	-25,0110	27,8819	33,1607	-296,925
	$ <1$	$v_{50} = c + \frac{a \cdot I}{\sqrt{I^2 + b}}$	0,3003	0,4818	42,3661	

Tabla 12. Resultados funciones por tramos estudiadas para la estimación de la velocidad

La Figura 25 muestra la representación gráfica de las funciones mostradas anteriormente junto con los valores de las observaciones para las curvas seleccionadas.

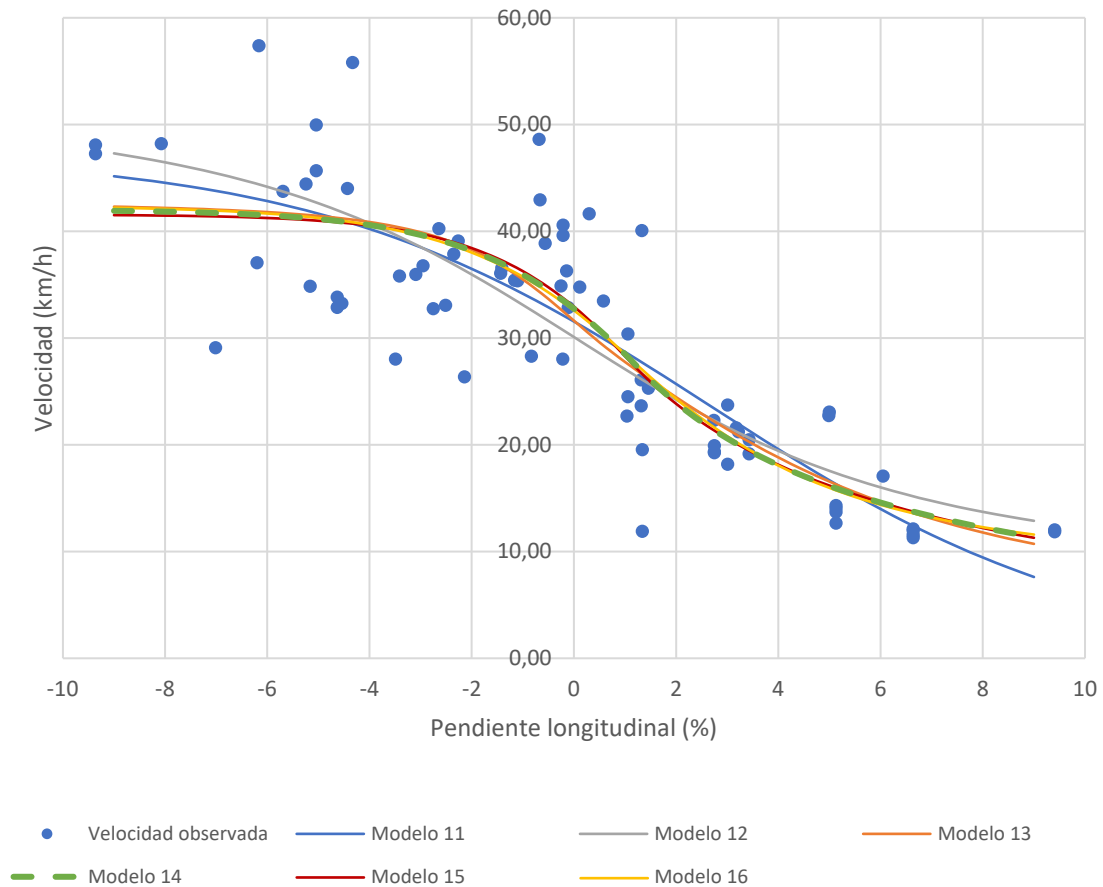


Figura 25. Representación gráfica funciones estudiadas

Las funciones estudiadas en el modelo univariable son similares a las del modelo multivariable. Se comprueba que la función que mejor describe las velocidades registradas es la función logística, donde la velocidad depende de forma directa y exponencial de la pendiente longitudinal.

La función que finalmente se propone para estimación de la velocidad de operación de una única variable es la del modelo 14, y tiene la siguiente expresión:

$$V_{50}(I) = \begin{cases} \frac{-0,4248}{1 - 1,0122 \cdot e^{0,0028I}}, & I < 1\% \\ \frac{41,5772}{1 + 0,2624 \cdot e^{0,5824I}}, & I \geq 1\% \end{cases}$$

Se trata de una función por tramos con continuidad para valores de la pendiente longitudinal igual a 1%. Se considera un cambio de tendencia en la velocidad en dicho valor a partir del cual, para pendientes superiores a 1% tiene mayor influencia el esfuerzo físico desarrollado por el ciclista.

En el primer tramo, para pendientes inferiores a 1%, la velocidad tiene un crecimiento más elevado en función de la pendiente longitudinal. Mientras que en el segundo tramo, este crecimiento es más lento.

5.7.2. Modelización de la desviación típica

Para definir de forma completa la distribución de la velocidad, asumida normal, se necesita modelizar a desviación típica de la distribución. Se ha realizado el modelo de la desviación con una única variable.

En la Figura 26 se observan las desviaciones típicas de cada una de las curvas estudiadas en función de la pendiente longitudinal.

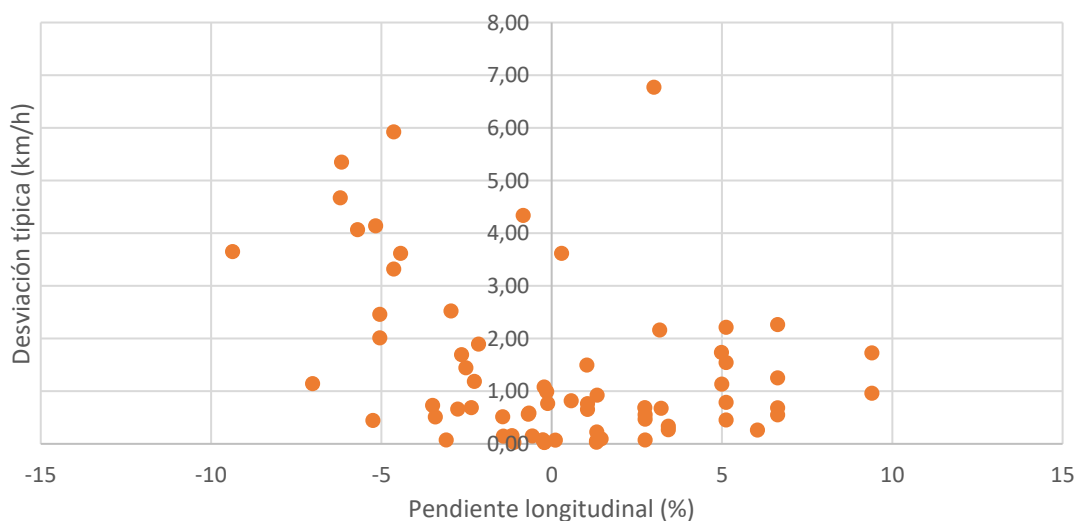


Figura 26. Desviación típica de las curvas estudiadas

Con los datos estudiados, se observa una relación entre las desviaciones típicas donde la pendiente es positivas tratándose de valores generalmente inferiores a 3km/h por lo que la velocidad en dichas secciones es más homogénea. Por otro lado, desviación típica en tramos descendentes no presenta una clara tendencia intuyéndose dos ramas rectas con distinta pendiente. Cabe esperar que dichos resultados sean consecuencia de la geometría horizontal de la vía.

Consecuentemente, en la Figura 27 se analiza la relación entre pendiente longitudinal, el radio y la desviación típica, donde el radio de cada circunferencia representa el valor de la desviación típica en cada sección. En la zona de pendientes negativas, tampoco se observa una clara relación entre el radio y la desviación. Por lo que con los datos que se han registrados no se puede concluir que la desviación típica de la velocidad en las secciones curvas tenga una dependencia con el radio.

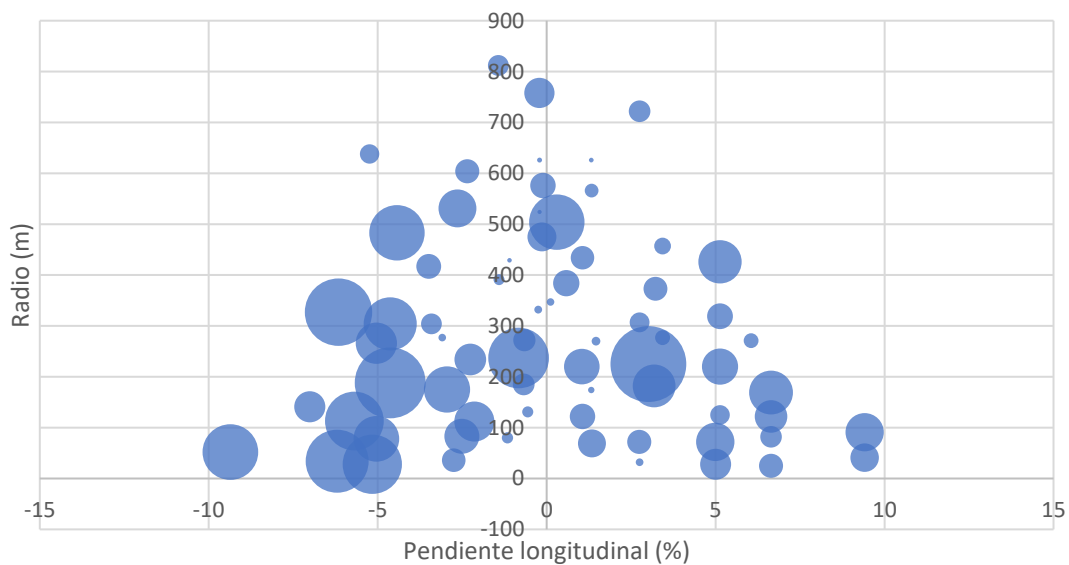


Figura 27. Relación pendiente longitudinal, radio y desviación típica

Con lo expuesto en el presente apartado y habiendo analizado el modelo de la velocidad con dos variables sin obtener resultados relevantes respecto a la variable del radio, se procede a calibrar la función que defina la tendencia de la desviación típica únicamente dependiendo de la pendiente longitudinal. El ajuste del modelo se ha realizado a partir de funciones polinómicas donde la relación con la pendiente es directa, lineal o cuadrática, y también se ha estudiado de nuevo una distribución logística, que en este caso no ha sido la que mejores resultados ha proporcionado.

La Tabla 13 resume las funciones estudiadas, así como el resultado del ajuste. Se observa que el modelo 5 proporciona mejores resultados. Se trata de una función polinómica de segundo grado, una función parabólica, definida por tramos donde la frontera se encuentra para valores de pendiente longitudinal igual a 1%.

Modelo	Función	a	b	c	Diferencia cuadrados
1	$\sigma = a + bI^2$	1,0330	0,0222	-	150,992
2	$\sigma = a + bI + cI^2$	0,9860	-0,1553	0,0273	124,295
3	$\sigma = \frac{c}{1 + a * e^{Ib}}$	-4,8404	0,0929	-4,7065	133,510
4	$I > 1 \quad \sigma = a + bI$	1,1387	-0,2990	-	130,363
	$I < 1 \quad \sigma = a + bI + cI^2$	1,1387	-0,2993	0,0424	
5	$I > 1 \quad \sigma = a + bI + cI^2$	0,9277	-0,0161	0,0412	<u>122,164</u>
	$I < 1 \quad \sigma = a + bI + cI^2$	0,9277	-0,0161	0,0079	

Tabla 13. Resultados funciones estudiadas para estimación de la desviación típica

De forma gráfica quedan representadas las funciones en la Figura 28:

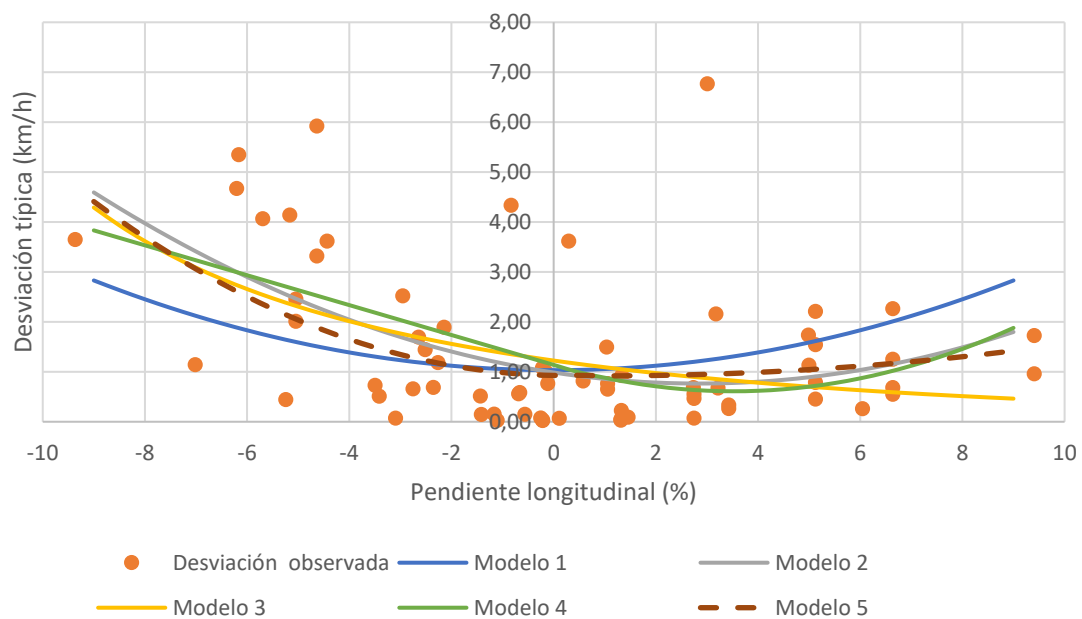


Figura 28. Representación gráfica de las funciones estudiadas para estimar la desviación típica

La expresión funcional del modelo que permite estimar la desviación típica en cada sección es la siguiente:

$$\sigma(I) = \begin{cases} 0,9277 - 0,0161I + 0,0412I^2, & I < 1 \\ 0,9277 - 0,0161I + 0,0079I^2, & I \geq 1 \end{cases}$$

5.7.3. Validación de resultados

Una vez calibrado el modelo que permite la estimación de la velocidad de operación en las curvas de las carreteras convencionales, es necesario proceder a su validación. Para ello, se ha aplicado la formulación obtenida en las restantes curvas que no se han utilizado para la calibración del modelo.

Las figuras Figura 29 y Figura 30 muestran la representación conjunta de las velocidades observadas y las velocidades estimadas, con ello se puede realizar un análisis visual y de la calidad del ajuste.

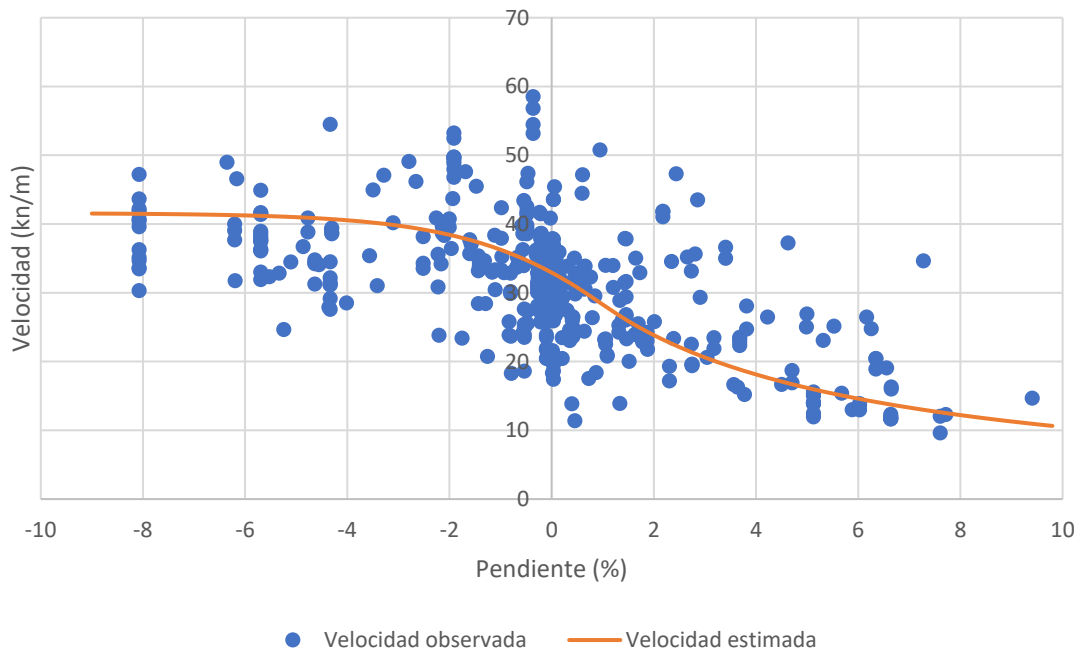


Figura 29. Velocidad observada vs velocidad estimada (función)

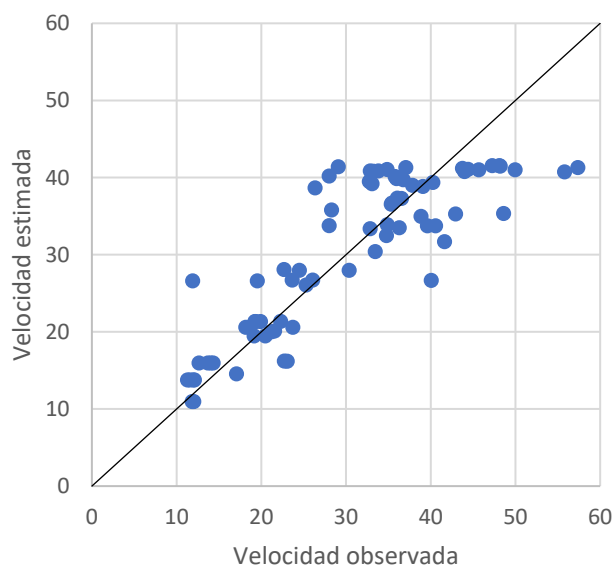


Figura 30. Velocidad observada vs estimada (valores)



A la vista de los resultados se observa que el modelo propuesto describe de forma adecuada la tendencia de las velocidades registradas.

La formulación desarrollada para la estimación de la velocidad de operación ciclista tiene un mejor ajuste para velocidades donde la pendiente longitudinal es positiva, dado que la distribución de las velocidades observadas es más homogénea. Análogamente, se puede decir que es dichos tramos las velocidades desarrolladas son más reducidas y los valores estimados se aproximan más de los observados.

Por otro lado, para pendientes negativas, se tiene una nube de puntos de los datos recogidos, por lo que el modelo no presenta un ajuste tan preciso. Se observa que las velocidades para pendientes menores al 0% tienen mayor dispersión, por lo que se puede decir que en los tramos de pendiente longitudinal descendente influirán en gran medida otras variables que en el presente estudio no se han considerado. En estos tramos se desarrollan velocidades más elevadas y los valores estimados discrepan más de los observados.

6. DISCUSIÓN

En el presente apartado se desarrolla una discusión de los resultados más relevantes obtenidos, comparando a su vez el modelo desarrollado con los planteados por otros autores.

Comparando los resultados obtenidos con los modelos estudiados en el estado del arte se observa que, el ajuste para la estimación de la velocidad de operación tiene un comportamiento con ciertas similitudes al de Flügel et al. (2017) aunque presentando diferencias destacadas. La estimación de las velocidades de este modelo sigue una tendencia no lineal, mostrando valores semejantes para pendientes positivas. En cambio, en pendientes negativa el modelo de Flügel et al. (2017) proporciona un descenso de la velocidad cuando la rasante alcanza valores de -6%. En el modelo propuesto en el presente estudio, no se observa dicha reducción de velocidad. Se ha considerado que, al alcanzar un cierto valor de la pendiente longitudinal, entorno a un -5%, valores más elevados de la inclinación de la rasante en valor absoluto no tendrán un efecto notorio sobre la velocidad y los valores de la velocidad tienden a ser asintóticos.

Otra diferencia notable con la estimación de la velocidad propuesto por Flügel et al. (2017) son los valores alcanzados. Este estudio, estima que para pendientes longitudinales de ente -5% y -6% la velocidad desarrollada será de unos 22km/h, en cambio, en los datos registrados para el desarrollo del modelo de la velocidad del presente documento, se han observado velocidades bastante mayores. Para el rango de la pendiente longitudinal indicado, las velocidades observadas oscilan entre 24,6 y 50,5 km/h siendo el promedio de 38,18 km/h y la velocidad estimada según el modelo propuesto es de 41,12km/h. Esta diferencia entre el valor de las velocidades puede ser dada por la inclusión de desplazamientos urbanos en el estudio de Flügel et al. (2017) los cuales se desarrollan a velocidades inferiores por la interferencia con el tráfico de las ciudades y los peatones.

La Figura 31 muestra la diferencia entre los valores de la velocidad mencionada anteriormente.

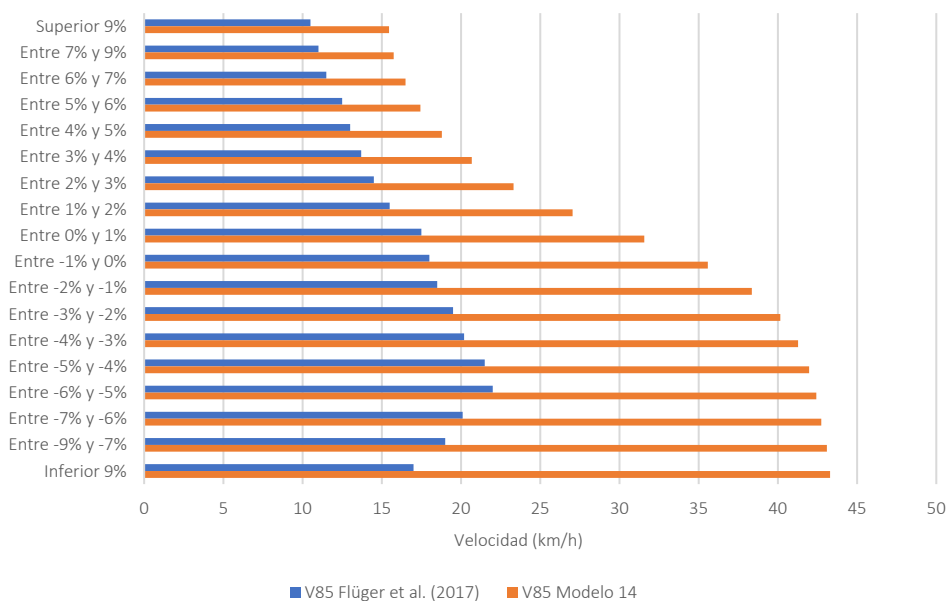


Figura 31. Modelo desarrollado vs modelo de Flügel et al. (2017)

Por otro lado, los modelos de Pakin y Rotheram (2010) y Torres et al. (2017) proponen funciones lineales para la estimación de la velocidad. Observando los datos registrados para el estudio, cabe pensar de partida que la relación existente entre la velocidad y la pendiente longitudinal no tendrá un comportamiento lineal. En el estudio de Torres et al. (2017) se presente un gráfico comparando los resultados de estos modelos mencionados, donde se observa que las velocidades estimadas con el modelo de Pakin y Rotheram (2010) presentan valores muy dispares, siendo las velocidades estimadas por Torres et al. (2017) más elevadas y con valores más semejantes a los del modelo desarrollado en el presente estudio.

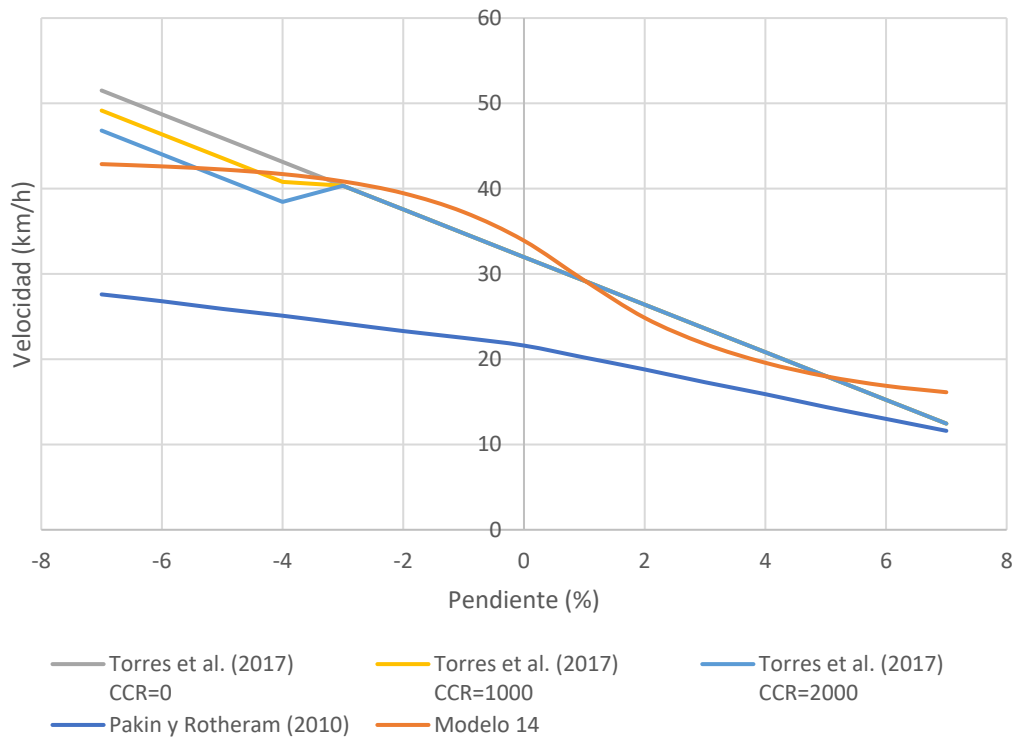


Figura 32. Comparación V_{85} modelo propuesto, modelo de Parkin y Rotheram (2010) y Torres et al. (2017)

Como se observa en la Figura 32, aun proponiendo el modelo de Torres et al. (2017) una relación lineal entre la velocidad y la pendiente longitudinal, los valores estimados para dicho modelo y para el presupuesto en el presente estudio presentan resultados similares en zonas de pendientes superiores a -2%.

7. CONCLUSIONES

El ciclismo como actividad deportiva está en auge en las carreteras españolas, es por ello que se debe investigar sobre el tema en cuestión para poder proporcionar una mayor seguridad principalmente a los ciclistas sobre las vías. El principal objetivo de este trabajo de investigación ha sido el desarrollo de un modelo para poder predecir la velocidad a la que circulan con ciclistas en las secciones curvas, investigación motivada por la falta de literatura en dicho ámbito.

El estudio se ha realizado en base a datos registrados mediante rastreadores GPS de la salida de dos pelotones ciclistas. Estos datos han sido tratados y de ellos se ha obtenido el estado de alineaciones y rasantes de las trayectorias, así como la velocidad cada metro del recorrido. Con el tratamiento de datos se ha podido correlacionar la velocidad en cada sección curva.

Para llevar a cabo el desarrollo del modelo se han estudiado distintas funciones de una y dos variables, calibrándolas por el método de máxima verosimilitud. El resultado ha sido la calibración del percentil 50 de la distribución de velocidades junto con la calibración de la función que define la desviación típica. Con estas dos expresiones es posible calcular tanto la velocidad de operación, percentil 85, como percentiles más bajos relacionados con la seguridad vial por el riesgo de alcance entre vehículos motorizados y ciclistas.

Tras el análisis de las distintas funciones estudiadas, se ha concluido que el radio no tiene una afección notoria sobre la velocidad, para los datos registrados. Es por ello, que el modelo desarrollado y seleccionado finalmente únicamente depende de la pendiente longitudinal. Las expresiones que se muestran a continuación definen los modelos para la estimación del percentil 50 y la desviación típica de la velocidad en secciones curvas:

$$V_{50}(I) = \begin{cases} \frac{-0,4248}{1 - 1,0122 \cdot e^{0,0028I}}, & I < 1\% \\ \frac{41,5772}{1 + 0,2624 \cdot e^{0,5824I}}, & I \geq 1\% \end{cases}$$
$$\sigma(I) = \begin{cases} 0,9277 - 0,0161I + 0,0412I^2, & I < 1\% \\ 0,9277 - 0,0161I + 0,0079I^2, & I \geq 1\% \end{cases}$$

Donde I representa la pendiente longitudinal en el centro de cada sección circular.

El desarrollo del estudio ha permitido comprobar las hipótesis planteadas para el desarrollo del trabajo.

En primer lugar, se comprueba lo que la física nos hace pensar: en tramos de pendiente negativa las velocidades son mayores. Tanto es así que, debido a la inercia y a otros parámetros que no se han considerado en el presente estudio, como puede ser la experiencia del ciclista o la geometría horizontal de la vía, en tramos de pendiente negativa se ha registrado una nube de puntos de la velocidad desarrollada y el modelo propuesto no tiene un ajuste tan claro como en los tramos de pendiente ascendente. Esto nos hace aceptar la tercera hipótesis planteada la cual contempla que en tramos de pendientes descendente la dispersión de los datos es más elevada.



Para pendientes ascendente, los datos registrados sí presentan una tendencia, no son una nube de puntos, por lo que la caracterización del ajuste se aproxima más a los datos observados que en la pendiente negativa. Tiene mayor influencia en la velocidad por requerir un esfuerzo físico mayor.

Por otro lado, la hipótesis planteada inicialmente a cerca de la relación entre la velocidad y el radio no se puede afirmar con los datos estudiados. No se ha observado una clara relación entre el radio de las curvas circulares y la velocidad registrada. En el primer modelo estudiado con dos variables, se obtienen resultados donde el radio tiene una influencia prácticamente nula en la velocidad incluso proporcionando resultados contrarios a lo que físicamente cabría esperar. La velocidad estimada con la incorporación del modelo como variable del mismo ha arrojado mayores velocidades en curvas donde los radios son menores.

En futuras vías de investigación, cabría estudiar la pendiente longitudinal descendente de forma separada a la ascendente, realizando para dichos valores de la pendiente un estudio multivariable incluyendo variables como el radio. También se debería considerar a la sección transversal de la vía, ya que es un factor importante en las situaciones donde se produce interacción vehículo-ciclista.

Los resultados obtenidos son de especial interés para la seguridad vial en carreteras frecuentadas por ciclistas, especialmente los resultados que proporcionan los tramos de pendiente ascendente. En dichos tramos se debe prestar especial atención al riesgo por alcance de los vehículos motorizados por desarrollarse, por parte de los ciclistas, velocidades reducidas. Las pendientes elevadas también tienen afección sobre los vehículos motorizados, pero no en la misma medida que en la velocidad desarrollada por los ciclistas ya que requiere un elevado esfuerzo físico. Ante dicha pendiente, la velocidad relativa entre los vehículos aumente y con ello lo hace el riesgo de sufrir un accidente. La reducción de la velocidad de los ciclistas también afecta en la funcionalidad de dichos tramos.

Siguiendo con la seguridad vial, los tramos de pendiente negativa no tienen tanto interés puesto que las velocidades desarrolladas son más aproximadas a las de los vehículos motorizados al no requerir un gran esfuerzo físico. En estos tramos, el riesgo de sufrir un accidente se puede dar por los propios ciclistas, ya que al desarrollar velocidades más elevadas puede existir la posibilidad que se salgan de la vía. El riesgo no es tanto por la presencia de vehículos motorizados sino por la geometría de la vía.



8. REFERENCIAS

- AASHTO. (2004). *Geometric Design of Highways and Streets 2004 American Association of State Highway and Transportation Officials*. www.transportation.org
- Bella, F., Calvi, A., & D'Amico, F. (2014). Analysis of driver speeds under night driving conditions using a driving simulator. *Journal of Safety Research*, 49, 45.e1-52. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2014.02.007>
- Bergström, A., & Magnusson, R. (2003). Potential of transferring car trips to bicycle during winter. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(8), 649-666. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(03\)00012-0](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(03)00012-0)
- Camacho-Torregrosa, F. J., Pérez-Zuriaga, A. M., López Maldonado, G., & García García, A. (2016). Estudio de la evolución de pelotones ciclistas en carreteras convencionales. *Proyecto Bike2Lane*.
- Camacho-Torregrosa, F., Pérez-Zuriaga, A., Campoy-Ungría, J., García, A., & Tarko, A. (2015). Use of Heading Direction for Recreating the Horizontal Alignment of an Existing Road. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 30. <https://doi.org/10.1111/mice.12094>
- Castro, M., Pardillo-Mayora, J. M., & Jurado, R. (2013). Development of a local operating speed model for consistency analysis integrating laser, GPS and GIS for measuring vehicles speed. *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 8(4), 281-288. <https://doi.org/10.3846/bjrbe.2013.36>
- Chen, J., Yuan, S., & Yang, A. (2014). Dynamic simulation research of road bicycles based on the mathematical model. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(7), 1141-1145. www.jocpr.com
- Crisman, B., Marchionna, A., Perco, P., Robba, A., & Roberti, R. (2005). *Operating Speed Prediction Model for Two-Lane Rural Roads*.
- Easa, S. (2003). Improved speed-profile model for two-lane rural highways. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 30, 1055-1065. <https://doi.org/10.1139/l03-021>
- El-Geneidy, A., Krizek, K. J., & Iacono, M. (2007). Predicting Bicycle Travel Speeds Along Different Facilities Using GPS Data: A Proof of Concept Model. *86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., USA.*, 1-13. http://tram.mcgill.ca/Research/Publications/Bicycle_travel_speed.pdf
- Federal Highway Administration. (2000). *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways*. May, 347-432. <http://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009r1r2/mutcd2009r1r2edition.pdf>
- Fitzpatrick, K., Carlson, P., Brewer, M. A., Wooldridge, M. D., & Miaou, S.-P. (2003). Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Practices. *TRB, National Research Council, Washington, D.C, Report for NCHRP Project 15-18*.
- Fitzpatrick, K., & Collins, J. (2000). Speed-Profile Model for Two-Lane Rural Highways.



- Transportation Research Record*, 1737, 42-49. <https://doi.org/10.3141/1737-06>
- Flügel, S., Hulleberg, N., Fyhri, A., Weber, C., & Ævarsson, G. (2017). Empirical speed models for cycling in the Oslo road network. *Transportation*, 46(4), 1395-1419. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9841-8>
- Gaca, S., & Kiec, M. (2016). Speed Management for Local and Regional Rural Roads. *Transportation Research Procedia*, 14, 4170-4179. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.388>
- Gatersleben, B., & Haddad, H. (2010). Who is the typical bicyclist? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 13(1), 41-48. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2009.10.003>
- Jessen, D., Schurr, K., McCoy, P., Pesti, G., & Huff, R. (2001). Operating Speed Prediction on Crest Vertical Curves of Rural Two-Lane Highways in Nebraska. *Transportation Research Record*, 1751, 67-75. <https://doi.org/10.3141/1751-08>
- Kanellaidis, G., Golias, J., & Efstathiadis, S. (1990). Drivers' speed behaviour on rural road curves. *Traffic Engineering and Control*, 31(7-8), 414-415. <http://dx.doi.org/>
- Khan, A. M., & Langlois, R. G. (2011). Factoring cycling in transportation infrastructure: Design considerations based on risk exposure. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 81(8), 49-53.
- Kircher, K., Ihlström, J., Nygårdhs, S., & Ahlstrom, C. (2018). Cyclist efficiency and its dependence on infrastructure and usual speed. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 54, 148-158. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.02.002>
- Lamm, R., Choueiri, E. M., & Hayward, J. C. (1988). Tangent as an Independent Design Element. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1195, 123-131.
- Lin, S., He, M., Tan, Y., & He, M. (2008). Comparison Study on Operating Speeds of Electric Bicycles and Bicycles. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2048(1), 52-59. <https://doi.org/10.3141/2048-07>
- Llorca, C., Angel-Domenech, A., Agustin-Gomez, F., & Garcia, A. (2017). Motor vehicles overtaking cyclists on two-lane rural roads: Analysis on speed and lateral clearance. *Safety Science*, 92, 302-310. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.11.005>
- López, G., Pérez-Zuriaga, A., Moll, S., & García, A. (2020). Analysis of Overtaking Maneuvers to Cycling Groups on Two-Lane Rural Roads using Objective and Subjective Risk. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 036119812092116. <https://doi.org/10.1177/0361198120921169>
- Memon, R., Khaskheli, G., & Qureshi, A. (2008). Operating speed models for two-lane rural roads in Pakistan. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 35, 443-453. <https://doi.org/10.1139/L07-126>
- Ministerio de la Presidencia. (2015). Reglamento General de Circulación. *BOE, Boletín Oficial del Estado*, 23514, 1-131. <http://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-23514>



- Montella, A., Galante, F., Mauriello, F., & Aria, M. (2015). Continuous Speed Profiles to Investigate Drivers' Behavior on Two-Lane Rural Highways. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2521(1), 3-11. <https://doi.org/10.3141/2521-01>
- Montella, A., Pariota, L., Galante, F., Imbriani, L., & Mauriello, F. (2014). Prediction of Drivers' Speed Behavior on Rural Motorways Based on an Instrumented Vehicle Study. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 2434, 52-62. <https://doi.org/10.3141/2434-07>
- Noger, C., REGARDIN, C., & Széchényi, E. (2005). Investigation of the transient aerodynamic phenomena associated with passing manoeuvres. *Journal of Fluids and Structures*, 21(3 SPEC. ISS.), 231-241. <https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2005.05.013>
- Ottesen, J. L., & Krammes, R. A. (2000). Speed-Profile Model for a Design-Consistency Evaluation Procedure in the United States. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1701, 76-85. <https://doi.org/10.3141/1701-10>
- Parkin, J., & Rotheram, J. (2010). Design speeds and acceleration characteristics of bicycle traffic for use in planning, design and appraisal. *Transport Policy*, 17(5), 335-341. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.03.001>
- Pérez-Zuriaga, A. M., García, A., Camacho-Torregrosa, F. J., & D'attoma, P. (2010). MODELING OPERATING SPEED AND DECELERATION ON TWO-LANE RURAL ROADS WITH GLOBAL POSITIONING SYSTEM DATA. https://riUNET.upv.es/bitstream/handle/10251/109809/Modeling_operating_speed_autor.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Ryeng, E. O., Haugen, T., Grønlund, H., & Overå, S. B. (2016). Evaluating Bluetooth and Wi-Fi Sensors as a Tool for Collecting Bicycle Speed at Varying Gradients. *Transportation Research Procedia*, 14(2352), 2289-2296. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.245>
- Schurr, K. S., McCoy, P. T., Pesti, G., & Huff, R. (2002). Relationship of Design, Operating, and Posted Speeds on Horizontal Curves of Rural Two-Lane Highways in Nebraska. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1796, 60-71. <https://doi.org/10.3141/1796-07>
- Torres, S., LLorca, C., Garcia, A., & Board, T. R. (2017). *Operating Speed of Sport Cyclists on Two-Lane Rural Roads*. <http://docs.trb.org/prp/17-00961.pdf%0Ahttps://trid.trb.org/view/1437415>
- Xu, C., Li, Q., Qu, Z., & Jin, S. (2015). Predicting Free Flow Speed and Crash Risk of Bicycle Traffic Flow Using Artificial Neural Network Models. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/212050>



ANEXO I – ESTADO DE ALINEACIONES

1.1. Trayectoria peña 1

Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Bétera-La masía	1a	1	Recta	0	6,28	6,283		
	1a	2	Clotoide	6,28	10,52	4,233	40	
	1a	3	1	Curva Circular	10,52	21,08	10,569	378
	1a	4	Clotoide	21,08	47,54	26,455	100	
	1a	5	Recta	47,54	413,63	366,085		
	1a	6	Clotoide	413,63	462,73	49,109	116	
	1a	7	2	Curva Circular	462,73	508,95	46,214	274
	1a	8	Clotoide	508,95	611,96	103,007	168	
	1a	9	Recta	611,96	1000,03	388,075		
	1a	10	Clotoide	1000,03	1024,43	24,395	55	
	1a	11	3	Curva Circular	1024,43	1045,82	21,394	124
	1a	12	Clotoide	1045,82	1052,14	6,323	28	
	1a	13	Recta	1052,14	1058,77	6,63		
La masía - Porta Coeli	1b	14	Recta	0	231,52	231,523		
	1b	15	Clotoide	231,52	275,81	44,283	91	
	1b	16	4	Curva Circular	275,81	351,93	76,128	187
	1b	17	Clotoide	351,93	365,3	13,369	50	
	1b	18	Recta	365,3	366,22	0,917		
	1b	19	5	Curva Circular	366,22	423,74	57,518	148
	1b	20	Clotoide	423,74	436,82	13,081	44	
	1b	21	Recta	436,82	439,46	2,64		
	1b	22	Clotoide	439,46	440,48	1,02	16	
	1b	23	6	Curva Circular	440,48	493,19	52,71	251
	1b	24	Clotoide	493,19	526,91	33,721	92	
	1b	25	Recta	526,91	533,44	6,53		
	1b	26	Clotoide	533,44	561,64	28,204	125	
	1b	27	7	Curva Circular	561,64	581,27	19,623	554
	1b	28	Clotoide	581,27	654,92	73,653	202	
	1b	29	Recta	654,92	767,59	112,668		
	1b	30	Clotoide	767,59	803,84	36,251	102	
	1b	31	8	Curva Circular	803,84	839,85	36,012	287
	1b	32	Clotoide	839,85	885,13	45,282	114	
	1b	33	Recta	885,13	972,3	87,17		
	1b	34	Clotoide	972,3	986,42	14,115	94	
	1b	35	9	Curva Circular	986,42	1002,95	16,529	626
	1b	36	Clotoide	1002,95	1036,53	33,586	145	
	1b	37	Recta	1036,53	1109,53	72,991		
	1b	38	Clotoide	1109,53	1132,67	23,148	50	
	1b	39	10	Curva Circular	1132,67	1202,32	69,647	108



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio	
La masía - Porta Coeli	1b	40	Clotoide	1202,32	1227,36	25,037	52		
	1b	41	Recta	1227,36	1267,33	39,973			
	1b	42	Clotoide	1267,33	1281,13	13,799	49		
	1b	43	11	Curva Circular	1281,13	1295,36	14,235		174
	1b	44	Clotoide	1295,36	1337,87	42,506	86		
	1b	45	Recta	1337,87	1609,12	271,249			
	1b	46	Clotoide	1609,12	1628,96	19,837	54		
	1b	47	12	Curva Circular	1628,96	1665,95	36,991		147
	1b	48	Clotoide	1665,95	1671,28	5,333	28		
	1b	49	Recta	1671,28	1681,11	9,828			
	1b	50	13	Curva Circular	1681,11	1746,11	64,998		1391
	1b	51	Clotoide	1746,11	1770,18	24,075	183		
	1b	52	Recta	1770,18	1830,91	60,725			
	1b	53	Clotoide	1830,91	1845,04	14,13	65		
	1b	54	14	Curva Circular	1845,04	1885,09	40,055		299
	1b	55	Clotoide	1885,09	1912,18	27,09	90		
	1b	56	Recta	1912,18	2089,32	177,14			
	1b	57	Clotoide	2089,32	2095,2	5,876	37		
	1b	58	15	Curva Circular	2095,2	2193,5	98,303		233
	1b	59	Clotoide	2193,5	2195,58	2,077	22		
	1b	60	Recta	2195,58	2629,4	433,826			
	1b	61	Clotoide	2629,4	2662,8	33,39	74		
	1b	62	16	Curva Circular	2662,8	2722,36	59,566		164
	1b	63	Clotoide	2722,36	2731,17	8,805	38		
	1b	64	Recta	2731,17	3066,39	335,22			
	1b	65	Clotoide	3066,39	3081,47	15,08	75		
	1b	66	17	Curva Circular	3081,47	3102,88	21,414		373
	1b	67	Clotoide	3102,88	3150,3	47,424	133		
	1b	68	Recta	3150,3	3248,04	97,737			
	1b	69	Recta	3248,04	3346,07	98,03			
	1b	70	Clotoide	3346,07	3351,07	5,004	36		
	1b	71	18	Curva Circular	3351,07	3429,4	78,325		259
	1b	72	Clotoide	3429,4	3444,72	15,324	63		
	1b	73	Recta	3444,72	3450,05	5,33			
	1b	74	19	Curva Circular	3450,05	3508,03	57,976		145
	1b	75	Clotoide	3508,03	3525,27	17,241	50		
	1b	76	Recta	3525,27	3547,71	22,439			
	1b	77	Clotoide	3547,71	3553,52	5,806	30		
	1b	78	20	Curva Circular	3553,52	3592,74	39,219		155
	1b	79	Clotoide	3592,74	3644,99	52,258	90		
	1b	80	Recta	3644,99	3800,81	155,816			
	1b	81	Clotoide	3800,81	3855,7	54,892	166		
	1b	82	21	Curva Circular	3855,7	3885,16	29,454		502
	1b	83	Clotoide	3885,16	3911,96	26,805	116		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio	
La masía - Porta Coeli	1b	84	Recta	3911,96	3964,44	52,485			
	1b	85	Clotoide	3964,44	3968,39	3,947	51		
	1b	86	22	Curva Circular	3968,39	4036,05	67,661	659	
	1b	87	Clotoide	4036,05	4054,08	18,029	109		
	1b	88	Recta	4054,08	4138,82	84,741			
	1b	89	Clotoide	4138,82	4165,75	26,923	70		
	1b	90	23	Curva Circular	4165,75	4216,59	50,841	182	
	1b	91	Clotoide	4216,59	4234,44	17,852	57		
	1b	92	Recta	4234,44	4265,61	31,172			
	1b	93	Clotoide	4265,61	4278,86	13,255	54		
	1b	94	24	Curva Circular	4278,86	4318,59	39,729	220	
	1b	95	Clotoide	4318,59	4319,62	1,023	15		
	1b	96	Recta	4319,62	4366,17	46,554			
	1b	97	Clotoide	4366,17	4389,44	23,273	48		
	1b	98	25	Curva Circular	4389,44	4410,72	21,273	99	
	1b	99	Clotoide	4410,72	4440,17	29,455	54		
	1b	100	Recta	4440,17	4562,44	122,267			
	1b	101	Clotoide	4562,44	4579,53	17,087	101		
	Porta Coeli - Serra I	1b	102	26	Curva Circular	4579,53	4622,17	42,649	597
		1b	103	Clotoide	4622,17	4655,95	33,776	142	
1b		104	Recta	4655,95	4875,12	219,166			
2		105	Recta	0	64,85	64,851			
2		106	Clotoide	64,85	83,09	18,241	23		
2		107	27	Curva Circular	83,09	119,32	36,229	29	
2		108	Clotoide	119,32	127,08	7,759	15		
2		109	Recta	127,08	166,3	39,217			
2		110	Clotoide	166,3	180,08	13,781	21		
2		111	28	Curva Circular	180,08	196,41	16,33	32	
2		112	Clotoide	196,41	202,53	6,125	14		
2		113	Recta	202,53	371,73	169,197			
2		114	Clotoide	371,73	379,73	8	24		
2		115	29	Curva Circular	379,73	392,27	12,538	72	
2		116	Clotoide	392,27	416,77	24,5	42		
2		117	Recta	416,77	488,03	71,265			
2		118	Clotoide	488,03	500,27	12,237	38		
2		119	30	Curva Circular	500,27	519,08	18,807	118	
2		120	Clotoide	519,08	523,96	4,881	24		
2		121	Recta	523,96	626,4	102,436			
2		122	Clotoide	626,4	645,21	18,815	85		
2		123	31	Curva Circular	645,21	698,86	53,649	384	
2		124	Clotoide	698,86	699,9	1,042	20		
2		125	Recta	699,9	801,45	101,549			
2		126	Clotoide	801,45	811,54	10,09	26		
2		127	32	Curva Circular	811,54	831,27	19,734	67	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio	
Porta Coeli - Serra I	2	128	Clotoide	831,27	839,17	7,896	23		
	2	129	Recta	839,17	886,98	47,808			
	2	130	Clotoide	886,98	896,26	9,278	30		
	2	131	33	Curva Circular	896,26	904,9	8,643		97
	2	132	Clotoide	904,9	919,79	14,887	38		
	2	133	Recta	919,79	923,82	4,039			
	2	134	Clotoide	923,82	943,58	19,758	35		
	2	135	34	Curva Circular	943,58	968,89	25,31		62
	2	136	Clotoide	968,89	987,54	18,645	34		
	2	137	Recta	987,54	988,46	0,926			
	2	138	35	Curva Circular	988,46	1020,67	32,203		86
	2	139	Clotoide	1020,67	1044,21	23,547	45		
	2	140	Recta	1044,21	1052,66	8,443			
	2	141	Clotoide	1052,66	1056,89	4,235	12		
	2	142	36	Curva Circular	1056,89	1094,95	38,056		34
	2	143	Clotoide	1094,95	1101,57	6,618	15		
	2	144	Recta	1101,57	1146,81	45,24			
	2	145	Clotoide	1146,81	1162,17	15,364	26		
	2	146	37	Curva Circular	1162,17	1178,68	16,508		44
	2	147	Clotoide	1178,68	1186,04	7,364	18		
	2	148	Recta	1186,04	1232,13	46,093			
	2	149	Clotoide	1232,13	1237,26	5,128	21		
	2	150	38	Curva Circular	1237,26	1273,16	35,897		86
	2	151	Clotoide	1273,16	1276,14	2,977	16		
	2	152	Recta	1276,14	1295,59	19,45			
	2	153	Clotoide	1295,59	1300,79	5,204	22		
	2	154	39	Curva Circular	1300,79	1321,11	20,32		93
	2	155	Clotoide	1321,11	1330,79	9,677	30		
	2	156	Recta	1330,79	1451,42	120,63			
	2	157	Clotoide	1451,42	1457,11	5,689	16		
	2	158	40	Curva Circular	1457,11	1471,01	13,9		45
2	159	Clotoide	1471,01	1489,7	18,689	29			
2	160	Recta	1489,7	1500,12	10,426				
2	161	Clotoide	1500,12	1510,25	10,125	27			
2	162	41	Curva Circular	1510,25	1531,04	20,794		72	
2	163	Clotoide	1531,04	1541,93	10,889	28			
2	164	Recta	1541,93	1588,82	46,894				
2	165	Clotoide	1588,82	1595,25	6,429	15			
2	166	42	Curva Circular	1595,25	1627,66	32,405		35	
2	167	Clotoide	1627,66	1629,49	1,829	8			
2	168	Recta	1629,49	1688,91	59,428				
2	169	Clotoide	1688,91	1701,03	12,121	20			
2	170	43	Curva Circular	1701,03	1716,39	15,355		33	
2	171	Clotoide	1716,39	1723,21	6,818	15			



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Porta Coeli - Serra I	2	172	Recta	1723,21	1805,04	81,832		
	2	173	Clotoide	1805,04	1814,3	9,26	26	
	2	174	44	Curva Circular	1814,3	1838,1	23,804	73
	2	175	Clotoide	1838,1	1845,99	7,89	24	
	2	176	Recta	1845,99	1861,84	15,845		
	2	177	Clotoide	1861,84	1872,59	10,746	35	
	2	178	45	Curva Circular	1872,59	1891,06	18,477	114
	2	179	Clotoide	1891,06	1898,96	7,895	30	
	2	180	Recta	1898,96	1922,62	23,665		
	2	181	Clotoide	1922,62	1930,36	7,737	21	
	2	182	46	Curva Circular	1930,36	1952,47	22,116	57
	2	183	Clotoide	1952,47	1964,33	11,86	26	
	2	184	Recta	1964,33	2051,45	87,12		
	2	185	Clotoide	2051,45	2075,13	23,674	33	
	2	186	47	Curva Circular	2075,13	2092,12	16,994	46
	2	187	Clotoide	2092,12	2097,01	4,891	15	
	2	188	Recta	2097,01	2160,82	63,805		
	2	189	Clotoide	2160,82	2169,35	8,533	16	
	2	190	48	Curva Circular	2169,35	2193,89	24,542	30
	2	191	Clotoide	2193,89	2197,93	4,033	11	
	2	192	Recta	2197,93	2359,7	161,771		
	2	193	Clotoide	2359,7	2382,58	22,881	31	
	2	194	49	Curva Circular	2382,58	2400,3	17,724	42
	2	195	Clotoide	2400,3	2414,02	13,714	24	
	2	196	Recta	2414,02	2449,69	35,675		
2	197	Clotoide	2449,69	2469,01	19,321	32		
2	198	50	Curva Circular	2469,01	2487,48	18,467	53	
2	199	Clotoide	2487,48	2493,59	6,113	18		
2	200	Recta	2493,59	2558,21	64,622			
2	201	Clotoide	2558,21	2567,99	9,779	29		
2	202	51	Curva Circular	2567,99	2595,11	27,113	86	
2	203	Clotoide	2595,11	2602,97	7,86	26		
2	204	Recta	2602,97	2720,35	117,388			
2	205	Clotoide	2720,35	2734,79	14,44	19		
2	206	52	Curva Circular	2734,79	2765,98	31,184	25	
2	207	Clotoide	2765,98	2768,54	2,56	8		
2	208	Recta	2768,54	2794,95	26,413			
2	209	Clotoide	2794,95	2805,75	10,8	36		
2	210	53	Curva Circular	2805,75	2846,78	41,025	120	
2	211	Clotoide	2846,78	2848,65	1,875	15		
2	212	Recta	2848,65	2903,01	54,355			
2	213	Clotoide	2903,01	2916,45	13,444	22		
2	214	54	Curva Circular	2916,45	2941,64	25,194	36	
2	215	Clotoide	2941,64	2944,42	2,778	10		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Porta Coeli - Serra I	2	216	Recta	2944,42	3009,29	64,872		
	2	217	Clotoide	3009,29	3016,24	6,942	19	
	2	218	55	Curva Circular	3016,24	3042,39	26,153	52
	2	219	Clotoide	3042,39	3051,7	9,308	22	
	2	220	Recta	3051,7	3109,75	58,056		
	2	221	Clotoide	3109,75	3111,94	2,189	9	
	2	222	56	Curva Circular	3111,94	3137,35	25,409	37
	2	223	Clotoide	3137,35	3141,24	3,892	12	
	2	224	Recta	3141,24	3283,27	142,025		
	2	225	Clotoide	3283,27	3289,99	6,722	11	
	2	226	57	Curva Circular	3289,99	3297,1	7,108	18
	2	227	Clotoide	3297,1	3306,49	9,389	13	
	2	228	Recta	3306,49	3314,17	7,678		
	2	229	Clotoide	3314,17	3327,92	13,754	28	
	2	230	58	Curva Circular	3327,92	3347,66	19,742	57
	2	231	Clotoide	3347,66	3347,82	0,158	3	
	2	232	Recta	3347,82	3347,85	0,028		
	2	233	59	Curva Circular	3347,85	3391,44	43,59	47
	2	234	Clotoide	3391,44	3402,69	11,255	23	
	2	235	Recta	3402,69	3430,89	28,197		
	2	236	Clotoide	3430,89	3442,14	11,25	15	
	2	237	60	Curva Circular	3442,14	3466,96	24,822	20
	2	238	Clotoide	3466,96	3475,41	8,45	13	
	2	239	Recta	3475,41	3492,18	16,763		
	2	240	Clotoide	3492,18	3498,74	6,564	16	
	2	241	61	Curva Circular	3498,74	3525,26	26,525	39
	2	242	Clotoide	3525,26	3537,67	12,41	22	
	2	243	Recta	3537,67	3638,55	100,879		
	2	244	Clotoide	3638,55	3639,45	0,901	8	
2	245	62	Curva Circular	3639,45	3666,91	27,457	71	
2	246	Clotoide	3666,91	3670,98	4,07	17		
2	247	Recta	3670,98	3732,24	61,258			
2	248	Clotoide	3732,24	3735,8	3,556	8		
2	249	63	Curva Circular	3735,8	3759,16	23,361	18	
2	250	Clotoide	3759,16	3761,16	2	6		
2	251	Recta	3761,16	3762,81	1,657			
2	252	64	Curva Circular	3762,81	3788,6	25,79	220	
2	253	Clotoide	3788,6	3790,61	2,005	21		
2	254	Recta	3790,61	3911,73	121,119			
2	255	Clotoide	3911,73	3928,26	16,531	23		
2	256	65	Curva Circular	3928,26	3938,52	10,258	32	
2	257	Clotoide	3938,52	3945,55	7,031	15		
2	258	Recta	3945,55	3954,38	8,836			
2	259	Clotoide	3954,38	3955,28	0,893	5		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Porta Coeli - Serra I	2	260	66	Curva Circular	3955,28	3980,56	25,285	28
	2	261		Clotoide	3980,56	3985,7	5,143	12
	2	262		Recta	3985,7	4032,09	46,386	
	2	263		Clotoide	4032,09	4035,15	3,062	7
	2	264	67	Curva Circular	4035,15	4054,33	19,176	16
	2	265		Clotoide	4054,33	4064,89	10,562	13
	2	266		Recta	4064,89	4098,06	33,173	
	2	267		Clotoide	4098,06	4105,76	7,692	20
	2	268	68	Curva Circular	4105,76	4132,43	26,671	52
	2	269		Clotoide	4132,43	4154,66	22,231	34
	2	270		Recta	4154,66	4158,98	4,32	
	2	271	69	Curva Circular	4158,98	4165,63	6,652	97
	2	272		Clotoide	4165,63	4167,65	2,021	14
	2	273		Recta	4167,65	4179,33	11,678	
	2	274		Clotoide	4179,33	4181,19	1,862	11
	2	275	70	Curva Circular	4181,19	4209,33	28,142	65
	2	276		Clotoide	4209,33	4213,27	3,938	16
	2	277		Recta	4213,27	4285,89	72,617	
	2	278		Clotoide	4285,89	4291,69	5,807	28
	2	279	71	Curva Circular	4291,69	4309,26	17,565	135
	2	280		Clotoide	4309,26	4313,18	3,919	23
	2	281		Recta	4313,18	4324,54	11,366	
	2	282		Clotoide	4324,54	4330,56	6,017	19
	2	283	72	Curva Circular	4330,56	4347,39	16,833	60
	2	284		Clotoide	4347,39	4352,21	4,817	17
	2	285		Recta	4352,21	4375,39	23,18	
	2	286		Clotoide	4375,39	4381,43	6,041	42
	2	287	73	Curva Circular	4381,43	4421,22	39,788	292
	2	288		Clotoide	4421,22	4434,38	13,164	62
	2	289		Recta	4434,38	4451,58	17,194	
	2	290		Clotoide	4451,58	4465,46	13,885	19
	2	291	74	Curva Circular	4465,46	4478,76	13,296	26
	2	292		Clotoide	4478,76	4481,87	3,115	9
2	293		Recta	4481,87	4583,14	101,265		
2	294		Clotoide	4583,14	4606,35	23,211	42	
2	295	75	Curva Circular	4606,35	4622,14	15,79	76	
2	296		Clotoide	4622,14	4630,36	8,224	25	
2	297		Recta	4630,36	4673,95	43,589		
2	298		Clotoide	4673,95	4680,06	6,113	18	
2	299	76	Curva Circular	4680,06	4693,58	13,517	53	
2	300		Clotoide	4693,58	4705,37	11,792	25	
2	301		Recta	4705,37	4728,64	23,268		
2	302		Clotoide	4728,64	4729,74	1,099	10	
2	303	77	Curva Circular	4729,74	4751,64	21,899	91	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Porta Coeli - Serra I	2	304		Clotoide	4751,64	4756,49	4,846	21
	2	305		Recta	4756,49	4776,06	19,579	
	2	306		Clotoide	4776,06	4776,94	0,878	6
	2	307	78	Curva Circular	4776,94	4808	31,055	41
	2	308		Clotoide	4808	4815,05	7,049	17
	2	309		Recta	4815,05	4822,44	7,398	
	2	310		Clotoide	4822,44	4826,68	4,235	12
	2	311	79	Curva Circular	4826,68	4845,49	18,81	34
	2	312		Clotoide	4845,49	4846,55	1,059	6
	2	313		Recta	4846,55	4849,75	3,197	
	2	314		Clotoide	4849,75	4851,63	1,885	14
	2	315	80	Curva Circular	4851,63	4869,74	18,112	104
	2	316		Clotoide	4869,74	4879,59	9,846	32
	2	317		Recta	4879,59	4895,29	15,705	
	2	318		Clotoide	4895,29	4896,28	0,985	8
	2	319	81	Curva Circular	4896,28	4905,18	8,899	65
	2	320		Clotoide	4905,18	4919,96	14,785	31
	2	321		Recta	4919,96	4961,02	41,062	
	2	322		Clotoide	4961,02	4967,06	6,036	26
	2	323	82	Curva Circular	4967,06	5003,55	36,49	112
	2	324		Clotoide	5003,55	5013,27	9,723	33
	2	325		Recta	5013,27	5033,54	20,266	
	2	326		Clotoide	5033,54	5035,14	1,6	4
	2	327	83	Curva Circular	5035,14	5051,51	16,367	10
	2	328		Clotoide	5051,51	5055,11	3,6	6
	2	329		Recta	5055,11	5070,88	15,774	
	2	330		Clotoide	5070,88	5073,88	3	6
	2	331	84	Curva Circular	5073,88	5089,74	15,862	12
	2	332		Clotoide	5089,74	5101,74	12	12
	2	333		Recta	5101,74	5124,02	22,276	
	2	334		Clotoide	5124,02	5136,22	12,199	45
	2	335	85	Curva Circular	5136,22	5141,84	5,62	166
	2	336		Clotoide	5141,84	5154,04	12,199	45
	2	337		Recta	5154,04	5190,66	36,623	
	2	338		Clotoide	5190,66	5200,6	9,941	13
	2	339	86	Curva Circular	5200,6	5210,29	9,685	17
	2	340		Clotoide	5210,29	5212,4	2,118	6
2	341		Recta	5212,4	5221,53	9,125		
2	342		Clotoide	5221,53	5225,73	4,197	16	
2	343	87	Curva Circular	5225,73	5253,87	28,147	61	
2	344		Clotoide	5253,87	5257,08	3,213	14	
2	345		Recta	5257,08	5294,2	37,118		
2	346		Clotoide	5294,2	5297,33	3,13	13	
2	347	88	Curva Circular	5297,33	5315,77	18,442	54	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio	
Porta Coeli - Serra I	2	348			5315,77	5321,77	6	18	
	2	349			5321,77	5332,14	10,364		
	2	350			5332,14	5342,38	10,241	38	
	2	351	89	Curva Circular	5342,38	5396,32	53,94		141
	2	352			5396,32	5397,52	1,199	13	
	2	353			5397,52	5418,66	21,147		
	2	354	90	Curva Circular	5418,66	5480,99	62,325		1073
	2	355			5480,99	5482,96	1,972	46	
	2	356			5482,96	5512,56	29,597		
	2	357			5512,56	5514,73	2,174	10	
	2	358	91	Curva Circular	5514,73	5538,85	24,114		46
	2	359			5538,85	5548,43	9,587	21	
	2	360			5548,43	5561,36	12,924		
	2	361			5561,36	5564,25	2,893	9	
	2	362	92	Curva Circular	5564,25	5578,9	14,651		28
	2	363			5578,9	5580,19	1,286	6	
	2	364			5580,19	5594,9	14,713		
	2	365			5594,9	5595,11	0,206	6	
	2	366	93	Curva Circular	5595,11	5619,63	24,52		175
	2	367			5619,63	5621,69	2,063	19	
	2	368			5621,69	5670,1	48,414		
	2	369			5670,1	5677,63	7,529	16	
	2	370	94	Curva Circular	5677,63	5690,87	13,238		34
	2	371			5690,87	5696,64	5,765	14	
	2	372			5696,64	5707,06	10,429		
	2	373			5707,06	5708,21	1,143	8	
	2	374	95	Curva Circular	5708,21	5732,71	24,499		56
	2	375			5732,71	5740,58	7,875	21	
	2	376			5740,58	5794,32	53,743		
	2	377			5794,32	5807,62	13,298	25	
	2	378	96	Curva Circular	5807,62	5837,15	29,526		47
	2	379			5837,15	5839,28	2,128	10	
	2	380			5839,28	5870,84	31,564		
	2	381			5870,84	5886,41	15,568	24	
	2	382	97	Curva Circular	5886,41	5904,21	17,798		37
	2	383			5904,21	5907,48	3,27	11	
	2	384			5907,48	5931,98	24,5		
	2	385			5931,98	5933,12	1,14	7	
2	386	98	Curva Circular	5933,12	5947,69	14,575		43	
2	387			5947,69	5954,41	6,721	17		
2	388			5954,41	6019,73	65,316			
3a	389			0	13,72	13,72			
3a	390			13,72	23,01	9,292			
3a	391			23,01	37,78	14,768	57		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Serra I-Serra II	3a	392	99	Curva Circular	37,78	59,11	21,333	220
	3a	393		Clotoide	59,11	96,75	37,641	91
	3a	394		Recta	96,75	200,9	104,143	
	3a	395		Clotoide	200,9	235,51	34,615	30
	3a	396	100	Curva Circular	235,51	279,27	43,753	26
	3a	397		Clotoide	279,27	291,73	12,462	18
	3a	398		Recta	291,73	297,23	5,501	
	3a	399		Clotoide	297,23	315,84	18,615	22
	3a	400	101	Curva Circular	315,84	351,96	36,12	26
	3a	401		Clotoide	351,96	363,08	11,115	17
	3a	402		Recta	363,08	421,46	58,377	
	3a	403		Clotoide	421,46	449,3	27,848	59
	3a	404	102	Curva Circular	449,3	468,67	19,368	125
	3a	405		Clotoide	468,67	472,55	3,872	22
	3a	406		Recta	472,55	517,86	45,317	
	3a	407		Clotoide	517,86	553,63	35,766	41
	3a	408	103	Curva Circular	553,63	575,74	22,11	47
	3a	409		Clotoide	575,74	596,19	20,447	31
	3a	410		Recta	596,19	740,34	144,158	
	3a	411		Clotoide	740,34	757,65	17,308	30
	3a	412	104	Curva Circular	757,65	768,55	10,899	52
	3a	413		Clotoide	768,55	775,49	6,942	19
	3a	414		Recta	775,49	823,74	48,25	
	3a	415		Clotoide	823,74	898,09	74,345	154
	3a	416	105	Curva Circular	898,09	898,14	0,05	319
	3a	417		Clotoide	898,14	899,15	1,016	18
	3a	418		Recta	899,15	949,21	50,051	
	3a	419		Clotoide	949,21	986,46	37,252	74
	3a	420	106	Curva Circular	986,46	1014,64	28,182	147
	3a	421		Clotoide	1014,64	1022,5	7,864	34
	3a	422		Recta	1022,5	1027,03	4,531	
	3a	423		Clotoide	1027,03	1042,54	15,506	35
	3a	424	107	Curva Circular	1042,54	1100,79	58,249	79
	3a	425		Clotoide	1100,79	1115,42	14,633	34
	3a	426		Recta	1115,42	1133,79	18,373	
3a	427		Clotoide	1133,79	1162,71	28,918	42	
3a	428	108	Curva Circular	1162,71	1233,99	71,281	61	
3a	429		Clotoide	1233,99	1265,73	31,738	44	
3a	430		Recta	1265,73	1293,61	27,881		
3a	431		Clotoide	1293,61	1315,58	21,966	36	
3a	432	109	Curva Circular	1315,58	1336,99	21,411	59	
3a	433		Clotoide	1336,99	1356,58	19,593	34	
3a	434		Recta	1356,58	1370,02	13,432		
3a	435		Clotoide	1370,02	1371,05	1,035	21	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Serra I-Serra II	3a	436	110	Curva Circular	1371,05	1448,98	77,93	426
	3a	437		Clotoide	1448,98	1452,93	3,946	41
	3a	438		Recta	1452,93	1471,63	18,703	
	3a	439		Clotoide	1471,63	1477,03	5,4	9
	3a	440	111	Curva Circular	1477,03	1515,21	38,184	15
	3a	441		Clotoide	1515,21	1524,81	9,6	12
	3a	442		Recta	1524,81	1566,24	41,424	
	3a	443		Clotoide	1566,24	1567,19	0,95	18
	3a	444	112	Curva Circular	1567,19	1626,58	59,389	341
	3a	445		Clotoide	1626,58	1628,41	1,833	25
	3a	446		Recta	1628,41	1628,5	0,091	
	3a	447	113	Curva Circular	1628,5	1655,53	27,026	32
	3a	448		Clotoide	1655,53	1675,06	19,531	25
	3a	449		Recta	1675,06	1681,6	6,539	
	3a	450		Clotoide	1681,6	1692,99	11,391	27
	3a	451	114	Curva Circular	1692,99	1744,6	51,613	64
	3a	452		Clotoide	1744,6	1756,85	12,25	28
	3a	453		Recta	1756,85	1779,93	23,083	
	3a	454		Clotoide	1779,93	1787,77	7,84	14
	3a	455	115	Curva Circular	1787,77	1827,35	39,575	25
	3a	456		Clotoide	1827,35	1838,91	11,56	17
	3a	457		Recta	1838,91	1900,34	61,428	
	3a	458		Clotoide	1900,34	1904,39	4,05	27
	3a	459	116	Curva Circular	1904,39	1943,01	38,624	180
	3a	460		Clotoide	1943,01	1965,06	22,05	63
	3a	461		Recta	1965,06	1967,49	2,429	
	3a	462		Clotoide	1967,49	1973,69	6,2	31
	3a	463	117	Curva Circular	1973,69	2000,73	27,044	155
	3a	464		Clotoide	2000,73	2012,66	11,929	43
	3a	465		Recta	2012,66	2038,44	25,779	
	3a	466		Clotoide	2038,44	2058,35	19,905	58
	3a	467	118	Curva Circular	2058,35	2075,98	17,627	169
	3a	468		Clotoide	2075,98	2076,27	0,29	7
	3a	469		Recta	2076,27	2157,62	81,354	
	3a	470		Clotoide	2157,62	2177,3	19,68	49
	3a	471	119	Curva Circular	2177,3	2209,18	31,884	122
	3a	472		Clotoide	2209,18	2222,96	13,779	41
	3a	473		Recta	2222,96	2238,98	16,022	
	3a	474		Clotoide	2238,98	2256,76	17,78	27
	3a	475	120	Curva Circular	2256,76	2280,94	24,178	41
	3a	476		Clotoide	2280,94	2288,85	7,902	18
	3a	477		Recta	2288,85	2339,57	50,725	
	3a	478		Clotoide	2339,57	2364,27	24,695	45
	3a	479	121	Curva Circular	2364,27	2381,64	17,373	82



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Serra I-Serra II	3a	480	Clotoide	2381,64	2413,36	31,72	51	
	3a	481	Recta	2413,36	2482,4	69,04		
	3a	482	Clotoide	2482,4	2503,71	21,316	45	
	3a	483	122	Curva Circular	2503,71	2542,01	38,293	95
	3a	484	Clotoide	2542,01	2542,02	0,011	1	
	3a	485	Recta	2542,02	2593,96	51,944		
	3a	486	Clotoide	2593,96	2618,46	24,5	28	
	3a	487	123	Curva Circular	2618,46	2639,59	21,125	32
	3a	488	Clotoide	2639,59	2647,59	8	16	
	3a	489	Recta	2647,59	2685,45	37,864		
	3a	490	Clotoide	2685,45	2694,51	9,062	32	
	3a	491	124	Curva Circular	2694,51	2723,63	29,116	113
	3a	492	Clotoide	2723,63	2732,69	9,062	32	
	3a	493	Recta	2732,69	2772,38	39,691		
	Serra II - Puerto de l'Oronet	3b	494	Recta	0	121,34	121,338	
3b		495	Clotoide	121,34	122,34	0,998	46	
3b		496	125	Curva Circular	122,34	183,73	61,392	2120
3b		497	Clotoide	183,73	202,79	19,057	201	
3b		498	Recta	202,79	229,24	26,456		
3b		499	Clotoide	229,24	239,37	10,131	49	
3b		500	126	Curva Circular	239,37	314,12	74,748	237
3b		501	Clotoide	314,12	337,86	23,734	75	
3b		502	Recta	337,86	389,82	51,968		
3b		503	Clotoide	389,82	436,03	46,204	81	
3b		504	127	Curva Circular	436,03	469,81	33,784	142
3b		505	Clotoide	469,81	484,71	14,901	46	
3b		506	Recta	484,71	614,21	129,495		
3b		507	Clotoide	614,21	648,63	34,418	88	
3b		508	128	Curva Circular	648,63	671,84	23,22	225
Serra I - Náquera	3b	509	Clotoide	671,84	703,2	31,36	84	
	3b	510	Recta	703,2	767,16	63,951		
	3b	511	Clotoide	767,16	783,96	16,802	83	
	3b	512	129	Curva Circular	783,96	845,53	61,575	410
	3b	513	Clotoide	845,53	853,46	7,924	57	
	3b	514	Recta	853,46	881,76	28,302		
	4a	515	Recta	0	35,17	35,171		
	4a	516	Clotoide	35,17	43,12	7,95	49	
	4a	517	130	Curva Circular	43,12	153,71	110,584	302
	4a	518	Clotoide	153,71	172,83	19,126	76	
4a	519	Recta	172,83	227,4	54,574			
4a	520	Clotoide	227,4	275,19	47,783	125		
4a	521	131	Curva Circular	275,19	314,89	39,701	327	
4a	522	Clotoide	314,89	353,94	39,049	113		
4a	523	Recta	353,94	366,99	13,051			



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio	
Serra I - Náquera	4a	524	Clotoide	366,99	446,33	79,343	130		
	4a	525	132	Curva Circular	446,33	537,57	91,236	213	
	4a	526	Clotoide	537,57	545,46	7,892	41		
	4a	527	Recta	545,46	583,84	38,38			
	4a	528	133	Curva Circular	583,84	687,32	103,482	589	
	4a	529	Recta	687,32	749,36	62,043			
	4a	530	Clotoide	749,36	773,14	23,772	49		
	4a	531	134	Curva Circular	773,14	814,48	41,344	101	
	4a	532	Clotoide	814,48	836,35	21,871	47		
	4a	533	Recta	836,35	836,7	0,347			
	4a	534	Clotoide	836,7	843,97	7,273	20		
	4a	535	135	Curva Circular	843,97	901,25	57,276	55	
	4a	536	Clotoide	901,25	975,72	74,473	64		
	4a	537	Recta	975,72	1006,41	30,692			
	4a	538	Clotoide	1006,41	1042,2	35,791	74		
	4a	539	136	Curva Circular	1042,2	1105,8	63,598	153	
	4a	540	Clotoide	1105,8	1137,83	32,026	70		
	4a	541	Recta	1137,83	1151,52	13,69			
	Náquera - Polígono Moncada III	4b	542	Recta	0	323,93	323,927		
		4b	543	Clotoide	323,93	332,57	8,643	11	
		4b	544	137	Curva Circular	332,57	347,88	15,309	14
4b		545	Clotoide	347,88	352,45	4,571	8		
4b		546	Recta	352,45	416,43	63,981			
4b		547	Clotoide	416,43	432,3	15,869	44		
4b		548	138	Curva Circular	432,3	458,25	25,948	122	
4b		549	Clotoide	458,25	459,63	1,385	13		
4b		550	Recta	459,63	465,12	5,487			
4b		551	139	Curva Circular	465,12	485,15	20,032	25	
4b		552	Clotoide	485,15	492,99	7,84	14		
4b		553	Recta	492,99	494,19	1,195			
4b		554	Clotoide	494,19	498,35	4,167	10		
4b		555	140	Curva Circular	498,35	519,79	21,434	24	
4b		556	Clotoide	519,79	520,83	1,042	5		
4b		557	Recta	520,83	522,76	1,928			
4b		558	Clotoide	522,76	523,73	0,973	6		
4b		559	141	Curva Circular	523,73	545,27	21,541	37	
4b		560	Clotoide	545,27	554,03	8,757	18		
4b		561	Recta	554,03	566,2	12,166			
Náquera - Polígono		4c	562	Recta	0	2,21	2,212		
	4c	563	Clotoide	2,21	27,15	24,934	78		
	4c	564	142	Curva Circular	27,15	103,54	76,391	244	
	4c	565	Clotoide	103,54	118,79	15,25	61		
	4c	566	Recta	118,79	237,68	118,891			
	4c	567	Clotoide	237,68	266	28,321	47		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Náqueda - Polígono Moncada III	4c	568	143	Curva Circular	266	348,71	82,714	78
	4c	569		Clotoide	348,71	365,33	16,615	36
	4c	570		Recta	365,33	377,4	12,076	
	4c	571		Clotoide	377,4	378,22	0,817	36
	4c	572	144	Curva Circular	378,22	500,4	122,184	1586
	4c	573		Clotoide	500,4	509,33	8,929	119
	4c	574		Recta	509,33	518,56	9,223	
	4c	575		Clotoide	518,56	522,61	4,051	67
	4c	576	145	Curva Circular	522,61	577,45	54,845	1108
	4c	577		Clotoide	577,45	596,43	18,976	145
	4c	578		Recta	596,43	605,13	8,704	
	4c	579		Clotoide	605,13	623,97	18,835	82
	4c	580	146	Curva Circular	623,97	702,19	78,225	357
	4c	581		Recta	702,19	709,16	6,963	
	4c	582		Clotoide	709,16	716,03	6,877	27
	4c	583	147	Curva Circular	716,03	747,47	31,438	106
	4c	584		Clotoide	747,47	754,35	6,877	27
	4c	585		Recta	754,35	760,89	6,543	
	4c	586		Clotoide	760,89	763,95	3,062	7
	4c	587	148	Curva Circular	763,95	773,98	10,027	16
	4c	588		Clotoide	773,98	777,04	3,062	7
	4c	589		Recta	777,04	779,31	2,268	
	4c	590		Clotoide	779,31	780,39	1,08	11
	4c	591	149	Curva Circular	780,39	805,53	25,141	112
	4c	592		Clotoide	805,53	815,85	10,321	34
	4c	593		Recta	815,85	820,83	4,976	
	4c	594		Clotoide	820,83	877,92	57,094	566
	4c	595	150	Curva Circular	877,92	1056,39	178,47	5611
	4c	596		Clotoide	1056,39	1057,4	1,002	75
	4c	597		Recta	1057,4	1141,19	83,796	
	4c	598		Clotoide	1141,19	1153,1	11,904	37
	4c	599	151	Curva Circular	1153,1	1182,57	29,477	115
	4c	600		Clotoide	1182,57	1220,45	37,878	66
	4c	601		Recta	1220,45	1222,77	2,315	
	4c	602	152	Curva Circular	1222,77	1255,27	32,504	1172
	4c	603		Clotoide	1255,27	1258,24	2,97	59
	4c	604		Recta	1258,24	1572,9	314,659	
	4c	605		Clotoide	1572,9	1582,93	10,031	80
	4c	606	153	Curva Circular	1582,93	1678,21	95,277	638
	4c	607		Clotoide	1678,21	1706,35	28,144	134
	4c	608		Recta	1706,35	1867,26	160,906	
4c	609		Clotoide	1867,26	1882,37	15,114	23	
4c	610	154	Curva Circular	1882,37	1898,1	15,724	35	
4c	611		Clotoide	1898,1	1902,21	4,114	12	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Náqueda - Polígono Moncada	4c	612	Recta	1902,21	1905,18	2,965		
	4c	613	Clotoide	1905,18	1909,75	4,571	8	
	4c	614	155	Curva Circular	1909,75	1946,5	36,747	14
	4c	615	Clotoide	1946,5	1952,28	5,786	9	
	4c	616	Recta	1952,28	1958,47	6,192		
	4c	617	Clotoide	1958,47	1959,27	0,8	4	
	4c	618	156	Curva Circular	1959,27	1978,77	19,494	20
	4c	619	Clotoide	1978,77	1981,97	3,2	8	
	4c	620	Recta	1981,97	2129,98	148,016		
	Náqueda - Polígono Moncada III	4d	621	Recta	0	921,65	921,653	
4d		622	Clotoide	921,65	1019,43	97,779	241	
4d		623	157	Curva Circular	1019,43	1049,3	29,869	594
4d		624	Clotoide	1049,3	1104,45	55,153	181	
4d		625	Recta	1104,45	1433,81	329,356		
4d		626	Clotoide	1433,81	1505,1	71,291	155	
4d		627	158	Curva Circular	1505,1	1558,58	53,474	337
4d		628	Clotoide	1558,58	1587,07	28,499	98	
4d		629	Recta	1587,07	1603,99	16,92		
4d		630	Clotoide	1603,99	1638,07	34,075	77	
4d		631	159	Curva Circular	1638,07	1790,6	152,526	174
4d		632	Clotoide	1790,6	1821,22	30,626	73	
4d		633	Recta	1821,22	1827,02	5,794		
4d		634	Clotoide	1827,02	1847,35	20,333	61	
4d		635	160	Curva Circular	1847,35	1901,14	53,792	183
4d		636	Clotoide	1901,14	1937,88	36,743	82	
4d		637	Recta	1937,88	1954,2	16,317		
4d		638	Clotoide	1954,2	1976,5	22,3	80	
4d		639	161	Curva Circular	1976,5	2020,09	43,589	287
4d		640	Clotoide	2020,09	2035,73	15,641	67	
4d		641	Recta	2035,73	2038,92	3,194		
4d		642	Clotoide	2038,92	2075,87	36,945	82	
4d		643	162	Curva Circular	2075,87	2125,55	49,677	182
4d		644	Clotoide	2125,55	2172,05	46,505	92	
4d		645	Recta	2172,05	2173,17	1,119		
4d		646	Clotoide	2173,17	2233,66	60,488	102	
4d		647	163	Curva Circular	2233,66	2274,35	40,694	172
4d		648	Clotoide	2274,35	2302,84	28,488	70	
4d		649	Recta	2302,84	2313,59	10,749		
4d		650	Clotoide	2313,59	2336,43	22,838	65	
4d		651	164	Curva Circular	2336,43	2393,94	57,508	185
4d		652	Clotoide	2393,94	2462,96	69,022	113	
4d		653	Recta	2462,96	2510,29	47,337		
4d		654	Clotoide	2510,29	2586,53	76,235	144	
4d		655	165	Curva Circular	2586,53	2653,75	67,219	272



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Náquea - Polígono Moncada III	4d	656		Clotoide	2653,75	2691,25	37,504	101
	4d	657		Recta	2691,25	2699,18	7,932	
	4d	658		Clotoide	2699,18	2745,91	46,722	116
	4d	659	166	Curva Circular	2745,91	2802,32	56,415	288
	4d	660		Clotoide	2802,32	2862,82	60,5	132
	4d	661		Recta	2862,82	2910,06	47,238	
	4d	662		Clotoide	2910,06	2971,31	61,251	123
	4d	663	167	Curva Circular	2971,31	3059,43	88,122	247
	4d	664		Clotoide	3059,43	3099,92	40,486	100
	4d	665		Recta	3099,92	3100,3	0,38	
	4d	666		Clotoide	3100,3	3128,1	27,805	86
	4d	667	168	Curva Circular	3128,1	3167,95	39,85	266
	4d	668		Clotoide	3167,95	3211,8	43,85	108
	4d	669		Recta	3211,8	3223,79	11,991	
	4d	670		Clotoide	3223,79	3240,6	16,802	83
	4d	671	169	Curva Circular	3240,6	3287,45	46,858	410
	4d	672		Clotoide	3287,45	3295,94	8,49	59
	4d	673		Recta	3295,94	3297,42	1,478	
	4d	674		Clotoide	3297,42	3379,26	81,837	169
	4d	675	170	Curva Circular	3379,26	3467,89	88,632	349
	4d	676		Clotoide	3467,89	3545,9	78,009	165
	4d	677		Recta	3545,9	3800,82	254,921	
	4d	678		Clotoide	3800,82	3842,23	41,405	91
	4d	679	171	Curva Circular	3842,23	3857,85	15,628	200
	4d	680		Clotoide	3857,85	3877,07	19,22	62
	4d	681		Recta	3877,07	3903,17	26,097	
	4d	682		Clotoide	3903,17	3946,92	43,751	87
	4d	683	172	Curva Circular	3946,92	3992,14	45,218	173
	4d	684		Clotoide	3992,14	4029,13	36,994	80
	4d	685		Recta	4029,13	4036,99	7,854	
	4d	686		Clotoide	4036,99	4052,66	15,669	86
	4d	687	173	Curva Circular	4052,66	4121,08	68,428	472
	4d	688		Clotoide	4121,08	4147,66	26,576	112
4d	689		Recta	4147,66	4242,31	94,646		
4d	690		Clotoide	4242,31	4280,27	37,958	109	
4d	691	174	Curva Circular	4280,27	4304,8	24,535	313	
4d	692		Clotoide	4304,8	4330,68	25,879	90	
4d	693		Recta	4330,68	4414,55	83,868		
4d	694		Clotoide	4414,55	4459,44	44,893	68	
4d	695	175	Curva Circular	4459,44	4512,47	53,029	103	
4d	696		Clotoide	4512,47	4519,03	6,563	26	
4d	697		Recta	4519,03	4521,73	2,701		
4d	698		Clotoide	4521,73	4525,9	4,167	10	
4d	699	176	Curva Circular	4525,9	4533,41	7,508	24	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Náqueda - Polígono Moncada III	4d	700		Clotoide	4533,41	4538,45	5,042	11
	4d	701		Recta	4538,45	4540,42	1,973	
	4d	702		Clotoide	4540,42	4549,23	8,805	19
	4d	703	177	Curva Circular	4549,23	4556,03	6,801	41
	4d	704		Clotoide	4556,03	4561,52	5,488	15
	4d	705		Recta	4561,52	4572,12	10,602	
	4d	706		Clotoide	4572,12	4611,7	39,576	116
	4d	707	178	Curva Circular	4611,7	4618,98	7,286	340
	4d	708		Clotoide	4618,98	4674,99	56,012	138
	4d	709		Recta	4674,99	4985,46	310,465	
	4d	710		Clotoide	4985,46	5094,43	108,97	318
	4d	711	179	Curva Circular	5094,43	5166,49	72,062	928
	4d	712		Clotoide	5166,49	5259,63	93,142	294
	4d	713		Recta	5259,63	5429,45	169,817	
	4d	714		Clotoide	5429,45	5451,23	21,778	28
	4d	715	180	Curva Circular	5451,23	5455,5	4,275	36
	4d	716		Clotoide	5455,5	5461,75	6,25	15
	4d	717		Recta	5461,75	5477,67	15,922	
	4d	718		Clotoide	5477,67	5481,94	4,267	8
	4d	719	181	Curva Circular	5481,94	5489,17	7,232	15
	4d	720		Clotoide	5489,17	5497,24	8,067	11
	4d	721		Recta	5497,24	5509,17	11,928	
	4d	722		Clotoide	5509,17	5515	5,831	22
	4d	723	182	Curva Circular	5515	5526,44	11,439	83
	4d	724		Clotoide	5526,44	5564,22	37,783	56
	4d	725		Recta	5564,22	6186,33	622,107	
	4d	726		Clotoide	6186,33	6211,25	24,923	36
	4d	727	183	Curva Circular	6211,25	6235,38	24,129	52
	4d	728		Clotoide	6235,38	6241,61	6,231	18
	4d	729		Recta	6241,61	6253,6	11,986	
	4d	730		Clotoide	6253,6	6257,86	4,263	9
	4d	731	184	Curva Circular	6257,86	6266,82	8,961	19
	4d	732		Clotoide	6266,82	6273,19	6,368	11
	4d	733		Recta	6273,19	6276	2,809	
	4d	734		Clotoide	6276	6279,92	3,92	14
	4d	735	185	Curva Circular	6279,92	6299,09	19,174	50
	4d	736		Clotoide	6299,09	6305,57	6,48	18
	4d	737		Recta	6305,57	6310,51	4,94	
	4d	738		Clotoide	6310,51	6314,43	3,918	24
	4d	739	186	Curva Circular	6314,43	6332,61	18,177	147
	4d	740		Clotoide	6332,61	6345,78	13,17	44
	4d	741		Recta	6345,78	6640,84	295,063	
	4d	742		Clotoide	6640,84	6653,25	12,408	79
4d	743	187	Curva Circular	6653,25	6681,99	28,743	503	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Náqueda - Polígono Moncada III	4d	744	Clotoide	6681,99	6703,08	21,091	103	
	4d	745	Recta	6703,08	6757,11	54,03		
	4d	746	Clotoide	6757,11	6845,83	88,714	207	
	4d	747	188	Curva Circular	6845,83	6892,66	46,833	483
	4d	748		Clotoide	6892,66	6951,79	59,133	169
	4d	749		Recta	6951,79	7225,13	273,337	
	4d	750		Clotoide	7225,13	7228,13	3,005	49
	4d	751	189	Curva Circular	7228,13	7297,82	69,683	799
	4d	752		Clotoide	7297,82	7303,78	5,959	69
	4d	753		Recta	7303,78	7318,6	14,823	
	4d	754		Clotoide	7318,6	7326,93	8,333	15
	4d	755	190	Curva Circular	7326,93	7368,85	41,914	27
	4d	756		Clotoide	7368,85	7376,11	7,259	14
	4d	757		Recta	7376,11	7436,34	60,231	

*Unidades en metros



1.2. Trayectoria peña 2

Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
p-m	1		Recta	0	131,38	131,379		
p-m	2		Clotoide	131,38	187,39	56,012	69	
p-m	3	1	Curva Circular	187,39	240,36	52,967		85
p-m	4		Clotoide	240,36	291,6	51,247	66	
p-m	5		Recta	291,6	291,9	0,297		
p-m	6		Clotoide	291,9	308,48	16,582	71	
p-m	7	2	Curva Circular	308,48	352,96	44,48		304
p-m	8		Clotoide	352,96	395,71	42,75	114	
p-m	9		Recta	395,71	400,51	4,793		
p-m	10		Clotoide	400,51	431,39	30,886	173	
p-m	11	3	Curva Circular	431,39	538,4	107,005		969
p-m	12		Clotoide	538,4	563,19	24,794	155	
p-m	13		Recta	563,19	582,28	19,092		
p-m	14		Clotoide	582,28	593,84	11,56	34	
p-m	15	4	Curva Circular	593,84	621,78	27,938		100
p-m	16		Clotoide	621,78	690,67	68,89	83	
p-m	17		Recta	690,67	850	159,324		
p-m	18		Clotoide	850	938,2	88,2	210	
p-m	19	5	Curva Circular	938,2	1028,64	90,446		500
p-m	20		Clotoide	1028,64	1154,64	126,002	251	
p-m	21		Recta	1154,64	1268,43	113,791		
p-m	22		Clotoide	1268,43	1298,66	30,229	46	
p-m	23	6	Curva Circular	1298,66	1325,29	26,627		70
p-m	24		Clotoide	1325,29	1332,85	7,557	23	
p-m	25		Recta	1332,85	1334,12	1,273		
p-m	26		Clotoide	1334,12	1338,6	4,481	11	
p-m	27	7	Curva Circular	1338,6	1363,82	25,22		27
p-m	28		Clotoide	1363,82	1375,82	12	18	
p-m	29		Recta	1375,82	1376,23	0,409		
p-m	30		Clotoide	1376,23	1386,68	10,453	28	
p-m	31	8	Curva Circular	1386,68	1403,85	17,167		75
p-m	32		Clotoide	1403,85	1448,71	44,853	58	
p-m	33		Recta	1448,71	1524,58	75,871		
p-m	34		Clotoide	1524,58	1609,02	84,448	151	
p-m	35	9	Curva Circular	1609,02	1660,71	51,689		270
p-m	36		Clotoide	1660,71	1729,22	68,504	136	
p-m	37		Recta	1729,22	2444,3	715,079		
p-m	38		Clotoide	2444,3	2521,09	76,797	123	
p-m	39	10	Curva Circular	2521,09	2551,16	30,071		197
p-m	40		Clotoide	2551,16	2601,93	50,761	100	
p-m	41		Recta	2601,93	2630,89	28,961		
p-m	42		Clotoide	2630,89	2663,95	33,065	39	

Picassent - Montserrat I



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Picassent - Montserrat I	p-m	43	11	Curva Circular	2663,95	2676,54	12,59	46
	p-m	44		Clotoide	2676,54	2682,82	6,283	17
	p-m	45		Recta	2682,82	2687,75	4,924	
	p-m	46		Clotoide	2687,75	2691,53	3,781	11
	p-m	47	12	Curva Circular	2691,53	2697,16	5,626	32
	p-m	48		Clotoide	2697,16	2702,44	5,281	13
	p-m	49		Recta	2702,44	2703,92	1,484	
	p-m	50		Clotoide	2703,92	2712,81	8,889	20
	p-m	51	13	Curva Circular	2712,81	2732,71	19,902	45
	p-m	52		Clotoide	2732,71	2761,51	28,8	36
	p-m	53		Recta	2761,51	2769,25	7,737	
	p-m	54		Clotoide	2769,25	2792,78	23,534	85
	p-m	55	14	Curva Circular	2792,78	2838,8	46,021	307
	p-m	56		Clotoide	2838,8	2851,73	12,928	63
	p-m	57		Recta	2851,73	2889,52	37,789	
	p-m	58		Clotoide	2889,52	2895,55	6,033	66
	p-m	59	15	Curva Circular	2895,55	2920,35	24,793	722
	p-m	60		Clotoide	2920,35	2967,75	47,403	185
	p-m	61		Recta	2967,75	2989,54	21,79	
	p-m	62		Clotoide	2989,54	3004,33	14,792	28
	p-m	63	16	Curva Circular	3004,33	3015,4	11,064	53
	p-m	64		Clotoide	3015,4	3021,51	6,113	18
	p-m	65		Recta	3021,51	3022,82	1,313	
	p-m	66		Clotoide	3022,82	3027,32	4,5	9
	p-m	67	17	Curva Circular	3027,32	3036,99	9,667	18
	p-m	68		Clotoide	3036,99	3046,38	9,389	13
	p-m	69		Recta	3046,38	3053,35	6,971	
	p-m	70		Clotoide	3053,35	3060,95	7,603	21
	p-m	71	18	Curva Circular	3060,95	3076,94	15,991	58
	p-m	72		Clotoide	3076,94	3092,46	15,517	30
	p-m	73		Recta	3092,46	3099,67	7,21	
	p-m	74		Clotoide	3099,67	3106,71	7,038	64
	p-m	75	19	Curva Circular	3106,71	3318,84	212,127	582
	p-m	76		Clotoide	3318,84	3475,54	156,708	302
	p-m	77		Recta	3475,54	4141,66	666,119	
	p-m	78		Clotoide	4141,66	4173	31,337	51
	p-m	79	20	Curva Circular	4173	4186,59	13,592	83
	p-m	80		Clotoide	4186,59	4196,04	9,446	28
	p-m	81		Recta	4196,04	4200,42	4,386	
	p-m	82		Clotoide	4200,42	4208,12	7,692	10
p-m	83	21	Curva Circular	4208,12	4215,91	7,796	13	
p-m	84		Clotoide	4215,91	4222,14	6,231	9	
p-m	85		Recta	4222,14	4222,49	0,352		
p-m	86		Clotoide	4222,49	4227,99	5,5	11	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
p-m	87	22	Curva Circular	4227,99	4235,97	7,975		22
p-m	88		Clotoide	4235,97	4246,2	10,227	15	
p-m	89		Recta	4246,2	4304,65	58,453		
p-m	90		Clotoide	4304,65	4325,58	20,928	162	
p-m	91	23	Curva Circular	4325,58	4585,07	259,489		1254
p-m	92		Clotoide	4585,07	4662,69	77,627	312	
p-m	93		Recta	4662,69	5137,15	474,457		
p-m	94		Clotoide	5137,15	5777,15	640	8000	
p-m	95	24	Curva Circular	5777,15	5815,47	38,322		100000
p-m	96		Clotoide	5815,47	5847,87	32,4	1800	
p-m	97		Recta	5847,87	6279,98	432,105		
p-m	98		Clotoide	6279,98	6287,48	7,5	15	
p-m	99	25	Curva Circular	6287,48	6300,43	12,949		30
p-m	100		Clotoide	6300,43	6307,93	7,5	15	
p-m	101		Recta	6307,93	6316,3	8,373		
p-m	102		Clotoide	6316,3	6324,63	8,333	15	
p-m	103	26	Curva Circular	6324,63	6348,44	23,812		27
p-m	104		Clotoide	6348,44	6360,44	12	18	
p-m	105		Recta	6360,44	6366,57	6,127		
p-m	106		Clotoide	6366,57	6372,37	5,797	20	
p-m	107	27	Curva Circular	6372,37	6404,88	32,507		69
p-m	108		Clotoide	6404,88	6411,89	7,014	22	
p-m	109		Recta	6411,89	7097,95	686,056		
p-m	110		Clotoide	7097,95	7208,11	110,162	175	
p-m	111	28	Curva Circular	7208,11	7254,12	46,013		278
p-m	112		Clotoide	7254,12	7317,75	63,629	133	
p-m	113		Recta	7317,75	7328,51	10,757		
p-m	114		Clotoide	7328,51	7474,43	145,924	191	
p-m	115	29	Curva Circular	7474,43	7680,35	205,919		250
p-m	116		Clotoide	7680,35	7721,15	40,804	101	
p-m	117		Recta	7721,15	7751,07	29,915		
p-m	118		Clotoide	7751,07	7770,73	19,664	73	
p-m	119	30	Curva Circular	7770,73	7930,94	160,207		271
p-m	120		Clotoide	7930,94	8003,27	72,325	140	
p-m	121		Recta	8003,27	8103,94	100,671		
p-m	122		Clotoide	8103,94	8247,34	143,405	256	
p-m	123	31	Curva Circular	8247,34	8268,77	21,431		457
p-m	124		Clotoide	8268,77	8341,25	72,481	182	
p-m	125		Recta	8341,25	8374,12	32,87		
p-m	126		Clotoide	8374,12	8410,95	36,827	101	
p-m	127	32	Curva Circular	8410,95	8555,12	144,167		277
p-m	128		Clotoide	8555,12	8583,08	27,957	88	
p-m	129		Recta	8583,08	8587,89	4,815		
p-m	130		Clotoide	8587,89	8605,83	17,94	71	

Picassent - Montserrat I



	Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Picassent - Montserrat I	p-m	131	33	Curva Circular	8605,83	8795,63	189,796		281
	p-m	132		Clotoide	8795,63	8921,4	125,779	188	
	p-m	133		Recta	8921,4	1151,06	1229,656		
	p-m	134		Clotoide	1151,06	1254,31	103,251	207	
	p-m	135	34	Curva Circular	1254,31	1326,68	72,365		415
	p-m	136		Clotoide	1326,68	1441,19	114,516	218	
	p-m	137		Recta	1441,19	1904,23	463,042		
	p-m	138		Clotoide	1904,23	1953,23	49	35	
	p-m	139	35	Curva Circular	1953,23	1968,48	15,248		25
	p-m	140		Clotoide	1968,48	1978,72	10,24	16	
	p-m	141		Recta	1978,72	1990,42	11,696		
	p-m	142		Clotoide	1990,42	11018,09	27,676	32	
	p-m	143	36	Curva Circular	11018,09	11096,03	77,933		37
	p-m	144		Clotoide	11096,03	11114,3	18,27	26	
	p-m	145		Recta	11114,3	11125,26	10,962		
	p-m	146		Clotoide	11125,26	11130,17	4,909	18	
	p-m	147	37	Curva Circular	11130,17	11169,19	39,019		66
	p-m	148		Clotoide	11169,19	11182,82	13,636	30	
	p-m	149		Recta	11182,82	11219,04	36,219		
Torrent - Montserrat I	2a1	150		Recta	0	683,44	683,443		
	2a1	151		Clotoide	683,44	888,19	204,75	1603	
	2a1	152	38	Curva Circular	888,19	891,41	3,217		12550
	2a1	153		Clotoide	891,41	899,93	8,52	327	
	2a1	154		Recta	899,93	1345,58	445,648		
	2a1	155		Clotoide	1345,58	1367,5	21,925	54	
	2a1	156	39	Curva Circular	1367,5	1424,78	57,274		133
	2a1	157		Clotoide	1424,78	1474,11	49,331	81	
	2a1	158		Recta	1474,11	2117,36	643,256		
	2a1	159		Clotoide	2117,36	2159,74	42,378	56	
	2a1	160	40	Curva Circular	2159,74	2179,83	20,09		74
	2a1	161		Clotoide	2179,83	2193,67	13,838	32	
	2a1	162		Recta	2193,67	2194,86	1,19		
	2a1	163		Clotoide	2194,86	2203,69	8,828	16	
	2a1	164	41	Curva Circular	2203,69	2221,48	17,794		29
	2a1	165		Clotoide	2221,48	2243,03	21,552	25	
	2a1	166		Recta	2243,03	2261,05	18,012		
	2a1	167		Clotoide	2261,05	2272,62	11,578	31	
	2a1	168	42	Curva Circular	2272,62	2288,55	15,922		83
	2a1	169		Clotoide	2288,55	2326,33	37,783	56	
	2a1	170		Recta	2326,33	2574,24	247,908		
	2a1	171		Clotoide	2574,24	2628,61	54,37	63	
	2a1	172	43	Curva Circular	2628,61	2649,45	20,838		73
	2a1	173		Clotoide	2649,45	2658,01	8,562	25	
	2a1	174		Recta	2658,01	2659,43	1,427		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
2a1	175		Clotoide	2659,43	2668,76	9,323	17	
2a1	176	44	Curva Circular	2668,76	2710,14	41,381		31
2a1	177		Clotoide	2710,14	2712,2	2,065	8	
2a1	178		Recta	2712,2	2722,09	9,891		
2a1	179		Clotoide	2722,09	2731,77	9,68	22	
2a1	180	45	Curva Circular	2731,77	2761,76	29,989		50
2a1	181		Clotoide	2761,76	2773,28	11,52	24	
2a1	182		Recta	2773,28	3065,35	292,067		
2a1	183		Clotoide	3065,35	3090,68	25,333	38	
2a1	184	46	Curva Circular	3090,68	3117,37	26,686		57
2a1	185		Clotoide	3117,37	3130,16	12,789	27	
2a1	186		Recta	3130,16	3135,03	4,872		
2a1	187		Clotoide	3135,03	3138,93	3,903	11	
2a1	188	47	Curva Circular	3138,93	3171,7	32,768		31
2a1	189		Clotoide	3171,7	3190,28	18,581	24	
2a1	190		Recta	3190,28	3191,11	0,832		
2a1	191		Clotoide	3191,11	3200,11	9	21	
2a1	192	48	Curva Circular	3200,11	3214,66	14,543		49
2a1	193		Clotoide	3214,66	3245,7	31,041	39	
2a1	194		Recta	3245,7	3286,37	40,674		
2a1	195		Clotoide	3286,37	3310,22	23,849	137	
2a1	196	49	Curva Circular	3310,22	3407,39	97,168		787
2a1	197		Clotoide	3407,39	3427,24	19,854	125	
2a1	198		Recta	3427,24	3460,64	33,395		
2a1	199		Clotoide	3460,64	3533,64	73,008	234	
2a1	200	50	Curva Circular	3533,64	3611,8	78,155		750
2a1	201		Clotoide	3611,8	3658,43	46,625	187	
2a1	202		Recta	3658,43	3723,02	64,592		
2a1	203		Clotoide	3723,02	3784,42	61,403	89	
2a1	204	51	Curva Circular	3784,42	3841,71	57,285		129
2a1	205		Clotoide	3841,71	3914,64	72,938	97	
2a1	206		Recta	3914,64	3936,09	21,446		
2a1	207		Clotoide	3936,09	4042,45	106,359	191	
2a1	208	52	Curva Circular	4042,45	4082,62	40,174		343
2a1	209		Clotoide	4082,62	4158,19	75,571	161	
2a1	210		Recta	4158,19	4240,72	82,522		
2a1	211		Clotoide	4240,72	4324,91	84,188	112	
2a1	212	53	Curva Circular	4324,91	4457,29	132,39		149
2a1	213		Clotoide	4457,29	4579,61	122,315	135	
2a1	214		Recta	4579,61	5095,06	515,447		
2a1	215		Clotoide	5095,06	5217,19	122,134	350	
2a1	216	54	Curva Circular	5217,19	5303,97	86,784		1003
2a1	217		Clotoide	5303,97	5464,29	160,32	401	
2a1	218		Recta	5464,29	5976,09	511,791		

Torrent - Montserrat I



	Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Torrent - Montserrat I	2a1	219		Clotoide	5976,09	6080,2	104,111	247	
	2a1	220	55	Curva Circular	6080,2	6129,34	49,139		586
	2a1	221		Clotoide	6129,34	6210,43	81,099	218	
	2a1	222		Recta	6210,43	6407,64	197,209		
	2a1	223		Clotoide	6407,64	6548,6	140,957	308	
	2a1	224	56	Curva Circular	6548,6	6585,62	37,015		673
	2a1	225		Clotoide	6585,62	6722,93	137,319	304	
	2a1	226		Recta	6722,93	7167,49	444,558		
	2a1	227		Clotoide	7167,49	7219,26	51,771	89	
	2a1	228	57	Curva Circular	7219,26	7280	60,739		153
	2a1	229		Clotoide	7280	7327,23	47,222	85	
	2a1	230		Recta	7327,23	7334,19	6,963		
	2a1	231		Clotoide	7334,19	7373,39	39,204	97	
	2a1	232	58	Curva Circular	7373,39	7398,91	25,515		240
	2a1	233		Clotoide	7398,91	7472,61	73,704	133	
	2a1	234		Recta	7472,61	7725,85	253,242		
	2a1	235		Clotoide	7725,85	7791,19	65,34	99	
	2a1	236	59	Curva Circular	7791,19	7820,66	29,47		150
	2a1	237		Clotoide	7820,66	7873,47	52,807	89	
	2a1	238		Recta	7873,47	7934,69	61,22		
	2a1	239		Clotoide	7934,69	7944,77	10,082	71	
	2a1	240	60	Curva Circular	7944,77	8016,01	71,239		500
	2a1	241		Clotoide	8016,01	8073,81	57,8	170	
	2a1	242		Recta	8073,81	8522,18	448,366		
	2a1	243		Clotoide	8522,18	8616	93,82	365	
	2a1	244	61	Curva Circular	8616	8655,25	39,252		1420
	2a1	245		Clotoide	8655,25	8765,13	109,877	395	
	2a1	246		Recta	8765,13	9226,83	461,709		
	2a1	247		Clotoide	9226,83	9285,51	58,678	168	
	2a1	248	62	Curva Circular	9285,51	9308,84	23,328		481
2a1	249		Clotoide	9308,84	9381,54	72,701	187		
2a1	250		Recta	9381,54	1184,11	802,573			
Montserrat I - Montserrat II	2a2	251		Recta	0	788,63	788,634		
	2a2	252		Clotoide	788,63	817,13	28,492	109	
	2a2	253	63	Curva Circular	817,13	908,43	91,3		417
	2a2	254		Clotoide	908,43	1038,61	130,189	233	
	2a2	255		Recta	1038,61	1826,12	787,505		
	2a2	256		Clotoide	1826,12	1911,82	85,698	207	
	2a2	257	64	Curva Circular	1911,82	1979,46	67,642		500
	2a2	258		Clotoide	1979,46	2119,91	140,45	265	
	2a2	259		Recta	2119,91	2960,93	841,018		
Montserr	2b	260		Recta	0	496,77	496,773		
	2b	261		Clotoide	496,77	521,43	24,653	43	
	2b	262	65	Curva Circular	521,43	540,27	18,845		75



	Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Montserrat II - Real	2b	263		Clotoide	540,27	549,28	9,013	26	
	2b	264		Recta	549,28	558,15	8,864		
	2b	265		Clotoide	558,15	563,07	4,923	8	
	2b	266	66	Curva Circular	563,07	581,82	18,744		13
	2b	267		Clotoide	581,82	588,05	6,231	9	
	2b	268		Recta	588,05	604,26	16,217		
	2b	269		Clotoide	604,26	613,41	9,143	24	
	2b	270	67	Curva Circular	613,41	619,7	6,298		63
	2b	271		Clotoide	619,7	630,43	10,73	26	
	2b	272		Recta	630,43	1779,04	1148,605		
Real - Catadau	2c	273		Recta	0	51,24	51,245		
	2c	274		Clotoide	51,24	106,04	54,793	71	
	2c	275	68	Curva Circular	106,04	123,95	17,91		92
	2c	276		Clotoide	123,95	160,51	36,565	58	
	2c	277		Recta	160,51	200,82	40,304		
	2c	278		Clotoide	200,82	228,06	27,245	38	
	2c	279	69	Curva Circular	228,06	244,73	16,67		53
	2c	280		Clotoide	244,73	290,03	45,302	49	
	2c	281		Recta	290,03	469,56	179,529		
	2c	282		Clotoide	469,56	495,82	26,256	32	
	2c	283	70	Curva Circular	495,82	516,62	20,804		39
	2c	284		Clotoide	516,62	535,32	18,692	27	
	2c	285		Recta	535,32	537,42	2,108		
	2c	286		Clotoide	537,42	548,71	11,281	38	
	2c	287	71	Curva Circular	548,71	549,79	1,089		128
	2c	288		Clotoide	549,79	556,83	7,031	30	
	2c	289		Recta	556,83	563,72	6,898		
	2c	290		Clotoide	563,72	572,3	8,576	27	
	2c	291	72	Curva Circular	572,3	574,9	2,597		85
	2c	292		Clotoide	574,9	585,48	10,588	30	
	2c	293		Recta	585,48	591,51	6,029		
	2c	294		Clotoide	591,51	596,51	5	20	
	2c	295	73	Curva Circular	596,51	638,12	41,607		80
	2c	296		Clotoide	638,12	645,32	7,2	24	
	2c	297		Recta	645,32	945,14	299,816		
	2c	298		Clotoide	945,14	979,8	34,667	52	
	2c	299	74	Curva Circular	979,8	999,21	19,41		78
	2c	300		Clotoide	999,21	1039,42	40,205	56	
	2c	301		Recta	1039,42	1070,62	31,202		
	2c	302		Clotoide	1070,62	1100,84	30,215	83	
	2c	303	75	Curva Circular	1100,84	1130,18	29,346		228
	2c	304		Clotoide	1130,18	1137,2	7,018	40	
	2c	305		Recta	1137,2	1251,55	114,347		
	2c	306		Clotoide	1251,55	1285,51	33,968	97	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
2c	307	76	Curva Circular	1285,51	1310,69	25,175		277
2c	308		Clotoide	1310,69	1327,88	17,188	69	
2c	309		Recta	1327,88	1469,17	141,295		
2c	310		Clotoide	1469,17	1491,47	22,297	73	
2c	311	77	Curva Circular	1491,47	1530,12	38,647		239
2c	312		Clotoide	1530,12	1556,23	26,113	79	
2c	313		Recta	1556,23	1603,83	47,6		
2c	314		Clotoide	1603,83	1695,11	91,282	131	
2c	315	78	Curva Circular	1695,11	1737,78	42,665		188
2c	316		Clotoide	1737,78	1823,57	85,793	127	
2c	317		Recta	1823,57	2007,22	183,65		
2c	318		Clotoide	2007,22	2069,76	62,543	111	
2c	319	79	Curva Circular	2069,76	2108,54	38,779		197
2c	320		Clotoide	2108,54	2145,22	36,675	85	
2c	321		Recta	2145,22	2152,56	7,343		
2c	322		Clotoide	2152,56	2174,86	22,297	73	
2c	323	80	Curva Circular	2174,86	2197,51	22,653		239
2c	324		Clotoide	2197,51	2223,62	26,113	79	
2c	325		Recta	2223,62	2258,63	35,009		
2c	326		Clotoide	2258,63	2277,72	19,084	50	
2c	327	81	Curva Circular	2277,72	2310,52	32,806		131
2c	328		Clotoide	2310,52	2353,46	42,939	75	
2c	329		Recta	2353,46	2361,96	8,501		
2c	330		Clotoide	2361,96	2410,89	48,927	107	
2c	331	82	Curva Circular	2410,89	2461,79	50,896		234
2c	332		Clotoide	2461,79	2497,18	35,389	91	
2c	333		Recta	2497,18	2553,97	56,79		
2c	334		Clotoide	2553,97	2684,68	130,714	272	
2c	335	83	Curva Circular	2684,68	2823,16	138,476		566
2c	336		Clotoide	2823,16	2840,12	16,968	98	
2c	337		Recta	2840,12	2856,01	15,891		
2c	338		Clotoide	2856,01	2862,01	5,994	57	
2c	339	84	Curva Circular	2862,01	2894,28	32,276		542
2c	340		Clotoide	2894,28	2900,93	6,642	60	
2c	341		Recta	2900,93	2937,21	36,279		
2c	342		Clotoide	2937,21	2951,61	14,4	72	
2c	343	85	Curva Circular	2951,61	2977,85	26,245		360
2c	344		Clotoide	2977,85	3017,19	39,336	119	
2c	345		Recta	3017,19	3078	60,813		
2c	346		Clotoide	3078	3103,12	25,121	125	
2c	347	86	Curva Circular	3103,12	3107,89	4,768		622
2c	348		Clotoide	3107,89	3116,22	8,334	72	
2c	349		Recta	3116,22	3143,89	27,669		
2c	350		Clotoide	3143,89	3165,59	21,694	117	

Real - Catadau



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Real - Catadau	2c	351	87	Curva Circular	3165,59	3196,54	30,955	631
	2c	352		Clotoide	3196,54	3224,15	27,613	132
	2c	353		Recta	3224,15	3232,53	8,379	
	2c	354		Clotoide	3232,53	3256,87	24,338	125
	2c	355	88	Curva Circular	3256,87	3275,58	18,709	642
	2c	356		Clotoide	3275,58	3282,16	6,581	65
	2c	357		Recta	3282,16	3337,85	55,683	
	2c	358		Clotoide	3337,85	3380,64	42,79	291
	2c	359	89	Curva Circular	3380,64	3625,34	244,708	1979
	2c	360		Clotoide	3625,34	3728,12	102,78	451
	2c	361		Recta	3728,12	3755,41	27,285	
	2c	362		Clotoide	3755,41	3796,66	41,251	127
	2c	363	90	Curva Circular	3796,66	3828,24	31,581	391
	2c	364		Clotoide	3828,24	3859,19	30,946	110
	2c	365		Recta	3859,19	3893,26	34,074	
	2c	366		Clotoide	3893,26	3945,06	51,799	120
	2c	367	91	Curva Circular	3945,06	4034,99	89,932	278
	2c	368		Clotoide	4034,99	4034,99	0,004	1
	2c	369		Recta	4034,99	4368,6	333,608	
	2c	370		Clotoide	4368,6	4444,44	75,835	209
	2c	371	92	Curva Circular	4444,44	4471,85	27,414	576
	2c	372		Clotoide	4471,85	4513,56	41,71	155
	2c	373		Recta	4513,56	4527,89	14,331	
	2c	374		Clotoide	4527,89	4596,66	68,766	183
	2c	375	93	Curva Circular	4596,66	4633,9	37,241	487
	2c	376		Clotoide	4633,9	4833,78	199,885	312
	2c	377		Recta	4833,78	5425,87	592,085	
	2c	378		Clotoide	5425,87	5537,42	111,554	228
	2c	379	94	Curva Circular	5537,42	5586,3	48,874	466
	2c	380		Clotoide	5586,3	5649,05	62,749	171
	2c	381		Recta	5649,05	5652,23	3,187	
	2c	382		Clotoide	5652,23	5751,73	99,493	213
	2c	383	95	Curva Circular	5751,73	5946,28	194,554	456
	2c	384		Clotoide	5946,28	6054,36	108,079	222
2c	385		Recta	6054,36	6232,44	178,077		
2c	386		Clotoide	6232,44	6334,26	101,821	209	
2c	387	96	Curva Circular	6334,26	6353,17	18,912	429	
2c	388		Recta			0		
2c	389		Recta	6353,17	6353,91	0,739		
2c	390		Clotoide	6353,91	6502,54	148,629	204	
2c	391	97	Curva Circular	6502,54	6583,38	80,842	280	
2c	392		Clotoide	6583,38	6587,75	4,375	35	
2c	393		Recta	6587,75	6628,6	40,842		
2c	394		Recta			0		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Real - Catadau	2c	395	98	Curva Circular	6628,6	6660,61	32,012	45
	2c	396		Clotoide	6660,61	6671,36	10,756	22
	2c	397		Recta	6671,36	6673,54	2,175	
	2c	398		Clotoide	6673,54	6678,54	5	10
	2c	399	99	Curva Circular	6678,54	6699,76	21,218	20
	2c	400		Clotoide	6699,76	6719,76	20	20
	2c	401		Recta	6719,76	6721,45	1,692	
	2c	402		Clotoide	6721,45	6737,52	16,071	30
	2c	403	100	Curva Circular	6737,52	6754,72	17,205	56
	2c	404		Clotoide	6754,72	6768,72	14	28
	2c	405		Recta	6768,72	6774,88	6,155	
	2c	406		Clotoide	6774,88	6943,72	168,84	292
	2c	407	101	Curva Circular	6943,72	7225,41	281,694	505
	2c	408		Clotoide	7225,41	7305,42	80,002	201
	2c	409		Recta	7305,42	7307,85	2,431	
	2c	410		Clotoide	7307,85	7370,85	63	126
	2c	411	102	Curva Circular	7370,85	7445,63	74,78	252
	2c	412		Clotoide	7445,63	7526,77	81,147	143
	2c	413		Recta	7526,77	7564,95	38,175	
	2c	414		Clotoide	7564,95	7634,53	69,578	205
	2c	415	103	Curva Circular	7634,53	7816,54	182,014	604
	2c	416		Clotoide	7816,54	7907,97	91,432	235
	2c	417		Recta	7907,97	7909,42	1,443	
	2c	418		Clotoide	7909,42	7914,64	5,226	18
	2c	419	104	Curva Circular	7914,64	7932,28	17,64	62
	2c	420		Clotoide	7932,28	7946,8	14,516	30
	2c	421		Recta	7946,8	7954,58	7,787	
	2c	422		Clotoide	7954,58	7958,63	4,05	9
	2c	423	105	Curva Circular	7958,63	7970,57	11,936	20
	2c	424		Clotoide	7970,57	7981,82	11,25	15
	2c	425		Recta	7981,82	7989,08	7,26	
	2c	426		Clotoide	7989,08	7997,09	8,008	31
	2c	427	106	Curva Circular	7997,09	8067,46	70,372	120
	2c	428		Clotoide	8067,46	8088,29	20,833	50
	2c	429		Recta	8088,29	8364,55	276,255	
	2c	430		Clotoide	8364,55	8382,87	18,322	67
	2c	431	107	Curva Circular	8382,87	8417,08	34,213	245
	2c	432		Clotoide	8417,08	8453,15	36,065	94
2c	433		Recta	8453,15	8607,01	153,862		
2c	434		Clotoide	8607,01	8640,59	33,581	38	
2c	435	108	Curva Circular	8640,59	8655,33	14,735	43	
2c	436		Clotoide	8655,33	8662,05	6,721	17	
2c	437		Recta	8662,05	8665,51	3,464		
2c	438		Clotoide	8665,51	8672,37	6,857	12	



	Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Real - Catadau	2c	439	109	Curva Circular	8672,37	8685,55	13,176		21
	2c	440		Clotoide	8685,55	8696,26	10,714	15	
	2c	441		Recta	8696,26	8700,99	4,723		
	2c	442		Clotoide	8700,99	8703,87	2,88	12	
	2c	443	110	Curva Circular	8703,87	8721,04	17,177		50
	2c	444		Clotoide	8721,04	8763,36	42,32	46	
	2c	445		Recta	8763,36	8772,37	9,01		
	2c	446		Clotoide	8772,37	8811,19	38,815	87	
	2c	447	111	Curva Circular	8811,19	8856,18	44,988		195
	2c	448		Clotoide	8856,18	8892,36	36,185	84	
	2c	449		Recta	8892,36	9046,51	154,149		
	2c	450		Clotoide	9046,51	9060,07	13,564	23	
	2c	451	112	Curva Circular	9060,07	9071,46	11,386		39
	2c	452		Clotoide	9071,46	9085,02	13,564	23	
	2c	453		Recta	9085,02	9092,13	7,11		
	2c	454		Clotoide	9092,13	9098,18	6,05	11	
	2c	455	113	Curva Circular	9098,18	9116,71	18,525		20
	2c	456		Clotoide	9116,71	9125,16	8,45	13	
	2c	457		Recta	9125,16	9131,91	6,748		
	2c	458		Clotoide	9131,91	9135,66	3,756	13	
	2c	459	114	Curva Circular	9135,66	9151,28	15,617		45
	2c	460		Clotoide	9151,28	9175,48	24,2	33	
	2c	461		Recta	9175,48	9923,51	748,028		
	2c	462		Clotoide	9923,51	9967,4	43,89	131	
	2c	463	115	Curva Circular	9967,4	1013,03	45,631		391
	2c	464		Clotoide	1013,03	1268,42	255,386	316	
	2c	465		Recta	1268,42	11126,07	857,652		
	2c	466		Clotoide	11126,07	11240,36	114,293	233	
	2c	467	116	Curva Circular	11240,36	11339,85	99,49		475
	2c	468		Clotoide	11339,85	11463,14	123,293	242	
	2c	469		Recta	11463,14	11496,23	33,083		
	2c	470		Clotoide	11496,23	11661,02	164,797	324	
	2c	471	117	Curva Circular	11661,02	11732,52	71,494		637
	2c	472		Clotoide	11732,52	11932,59	200,077	357	
2c	473		Recta	11932,59	12146,83	214,234			
Catadau - Tous I	3	474		Recta	0	273,05	273,045		
	3	475		Clotoide	273,05	301,08	28,038	54	
	3	476	118	Curva Circular	301,08	370,27	69,184		104
	3	477		Clotoide	370,27	431,81	61,538	80	
	3	478		Recta	431,81	1662,79	1230,988		
	3	479		Clotoide	1662,79	1729,92	67,123	102	
	3	480	119	Curva Circular	1729,92	1761,55	31,629		155
	3	481		Clotoide	1761,55	1801,81	40,265	79	
	3	482		Recta	1801,81	2225,05	423,244		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
3	483		Clotoide	2225,05	2227,82	2,769	6	
3	484	120	Curva Circular	2227,82	2242,94	15,12		13
3	485		Clotoide	2242,94	2250,64	7,692	10	
3	486		Recta	2250,64	2250,75	0,12		
3	487		Clotoide	2250,75	2253,42	2,667	4	
3	488	121	Curva Circular	2253,42	2258,46	5,041		6
3	489		Clotoide	2258,46	2264,46	6	6	
3	490		Recta	2264,46	2274,6	10,134		
3	491		Clotoide	2274,6	2355,98	81,385	119	
3	492	122	Curva Circular	2355,98	2368,13	12,15		174
3	493		Clotoide	2368,13	2426,76	58,626	101	
3	494		Recta	2426,76	2430,12	3,363		
3	495		Clotoide	2430,12	2433,43	3,307	25	
3	496	123	Curva Circular	2433,43	2504,02	70,59		189
3	497		Clotoide	2504,02	2510,5	6,481	35	
3	498		Recta	2510,5	2538,33	27,832		
3	499		Clotoide	2538,33	2541,46	3,125	5	
3	500	124	Curva Circular	2541,46	2548,12	6,666		8
3	501		Clotoide	2548,12	2554,25	6,125	7	
3	502		Recta	2554,25	2560,96	6,715		
3	503		Clotoide	2560,96	2566,41	5,444	7	
3	504	125	Curva Circular	2566,41	2575,45	9,041		9
3	505		Clotoide	2575,45	2580,89	5,444	7	
3	506		Recta	2580,89	2799,87	218,974		
3	507		Clotoide	2799,87	2847,68	47,815	77	
3	508	126	Curva Circular	2847,68	2867,28	19,595		124
3	509		Clotoide	2867,28	2892,57	25,29	56	
3	510		Recta	2892,57	3000,47	107,908		
3	511		Clotoide	3000,47	3015,9	15,429	54	
3	512	127	Curva Circular	3015,9	3044,84	28,937		189
3	513		Clotoide	3044,84	3058,6	13,762	51	
3	514		Recta	3058,6	3787,61	729,012		
3	515		Clotoide	3787,61	3795,7	8,082	28	
3	516	128	Curva Circular	3795,7	3819,27	23,57		97
3	517		Clotoide	3819,27	3861,49	42,227	64	
3	518		Recta	3861,49	4632,95	771,461		
3	519		Clotoide	4632,95	4654,64	21,69	72	
3	520	129	Curva Circular	4654,64	4695,7	41,059		239
3	521		Clotoide	4695,7	4731,89	36,188	93	
3	522		Recta	4731,89	4847,41	115,524		
3	523		Clotoide	4847,41	4861,01	13,6	34	
3	524	130	Curva Circular	4861,01	4876,31	15,29		85
3	525		Clotoide	4876,31	4886,89	10,588	30	
3	526		Recta	4886,89	5174,39	287,499		

Catadau - Tous I



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Catadau - Tous I	3	527		Clotoide	5174,39	5214,84	40,446	61
	3	528	131	Curva Circular	5214,84	5251,06	36,223	92
	3	529		Clotoide	5251,06	5295,58	44,522	64
	3	530		Recta	5295,58	5340,71	45,125	
	3	531		Clotoide	5340,71	5347,59	6,877	27
	3	532	132	Curva Circular	5347,59	5390,01	42,429	106
	3	533		Clotoide	5390,01	5406,66	16,642	42
	3	534		Recta	5406,66	5493,69	87,037	
	3	535		Clotoide	5493,69	5512,71	19,012	39
	3	536	133	Curva Circular	5512,71	5534,62	21,914	80
	3	537		Clotoide	5534,62	5556,67	22,05	42
	3	538		Recta	5556,67	5690,75	134,082	
	3	539		Clotoide	5690,75	5715,49	24,735	29
	3	540	134	Curva Circular	5715,49	5730,31	14,82	34
	3	541		Clotoide	5730,31	5751,75	21,441	27
	3	542		Recta	5751,75	6031,89	280,147	
	3	543		Clotoide	6031,89	6065,06	33,161	80
	3	544	135	Curva Circular	6065,06	6095,59	30,539	193
	3	545		Clotoide	6095,59	6126,31	30,72	77
	3	546		Recta	6126,31	6133,64	7,322	
	3	547		Clotoide	6133,64	6149,46	15,82	45
	3	548	136	Curva Circular	6149,46	6171,91	22,45	128
	3	549		Clotoide	6171,91	6178,48	6,57	29
	3	550		Recta	6178,48	6179,49	1,016	
	3	551		Clotoide	6179,49	6184,35	4,861	29
	3	552	137	Curva Circular	6184,35	6206,11	21,758	173
	3	553		Clotoide	6206,11	6212,79	6,682	34
	3	554		Recta	6212,79	6305,38	92,582	
	3	555		Clotoide	6305,38	6325,77	20,392	54
	3	556	138	Curva Circular	6325,77	6340,94	15,17	143
	3	557		Clotoide	6340,94	6351,57	10,636	39
	3	558		Recta	6351,57	6946,25	594,674	
	3	559		Clotoide	6946,25	6954,75	8,504	31
	3	560	139	Curva Circular	6954,75	6957,37	2,62	113
	3	561		Clotoide	6957,37	6965,34	7,965	30
	3	562		Recta	6965,34	6983,21	17,876	
	3	563		Clotoide	6983,21	6991,02	7,811	34
	3	564	140	Curva Circular	6991,02	7019,33	28,303	148
	3	565		Clotoide	7019,33	7026,25	6,919	32
	3	566		Recta	7026,25	7033,02	6,779	
3	567		Clotoide	7033,02	7040,92	7,895	30	
3	568	141	Curva Circular	7040,92	7053,14	12,219	114	
3	569		Clotoide	7053,14	7076,86	23,719	52	
3	570		Recta	7076,86	7161,15	84,291		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
3	571		Clotoide	7161,15	7167,09	5,939	42	
3	572	142	Curva Circular	7167,09	7249,83	82,739		297
3	573		Clotoide	7249,83	7283,5	33,67	100	
3	574		Recta	7283,5	7292,53	9,035		
3	575		Clotoide	7292,53	7297,09	4,555	38	
3	576	143	Curva Circular	7297,09	7317,1	20,015		317
3	577		Clotoide	7317,1	7325,96	8,861	53	
3	578		Recta	7325,96	7658,53	332,565		
3	579		Clotoide	7658,53	7672,32	13,793	40	
3	580	144	Curva Circular	7672,32	7693,26	20,941		116
3	581		Clotoide	7693,26	7740,47	47,207	74	
3	582		Recta	7740,47	7997,85	257,38		
3	583		Clotoide	7997,85	8001,11	3,255	25	
3	584	145	Curva Circular	8001,11	8052,04	50,935		192
3	585		Clotoide	8052,04	8097,09	45,047	93	
3	586		Recta	8097,09	8271,22	174,136		
3	587		Clotoide	8271,22	8304,97	33,75	45	
3	588	146	Curva Circular	8304,97	8341,88	36,903		60
3	589		Clotoide	8341,88	8363,48	21,6	36	
3	590		Recta	8363,48	8396,62	33,141		
3	591		Clotoide	8396,62	8412,31	15,696	38	
3	592	147	Curva Circular	8412,31	8451,62	39,306		92
3	593		Clotoide	8451,62	8490,75	39,13	60	
3	594		Recta	8490,75	8682,53	191,784		
3	595		Clotoide	8682,53	8713,28	30,745	56	
3	596	148	Curva Circular	8713,28	8741,78	28,506		102
3	597		Clotoide	8741,78	8801,43	59,647	78	
3	598		Recta	8801,43	8875,68	74,248		
3	599		Clotoide	8875,68	8907,33	31,646	50	
3	600	149	Curva Circular	8907,33	8931,44	24,115		79
3	601		Clotoide	8931,44	8946,95	15,506	35	
3	602		Recta	8946,95	8999,06	52,116		
3	603		Clotoide	8999,06	9015,55	16,488	26	
3	604	150	Curva Circular	9015,55	9051,09	35,541		41
3	605		Clotoide	9051,09	9076,07	24,976	32	
3	606		Recta	9076,07	9342,62	266,551		
3	607		Clotoide	9342,62	9361,85	19,231	50	
3	608	151	Curva Circular	9361,85	9399,81	37,959		130
3	609		Clotoide	9399,81	9454,09	54,277	84	
3	610		Recta	9454,09	9646,63	192,547		
3	611		Clotoide	9646,63	9682,23	35,593	62	
3	612	152	Curva Circular	9682,23	9726,69	44,463		108
3	613		Clotoide	9726,69	9757,84	31,148	58	
3	614		Recta	9757,84	9920,74	162,901		

Catadau - Tous I



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
3	615		Clotoide	9920,74	9947,77	27,034	28	
3	616	153	Curva Circular	9947,77	9977,09	29,322		29
3	617		Clotoide	9977,09	1016,96	39,862	34	
3	618		Recta	1016,96	1049,17	32,212		
3	619		Clotoide	1049,17	1067,92	18,753	38	
3	620	154	Curva Circular	1067,92	1115,03	47,113		77
3	621		Clotoide	1115,03	1115,24	0,208	4	
3	622		Recta	1115,24	1130,83	15,585		
3	623		Clotoide	1130,83	1144,39	13,564	23	
3	624	155	Curva Circular	1144,39	1155,81	11,417		39
3	625		Clotoide	1155,81	1173,14	17,333	26	
3	626		Recta	1173,14	1175,44	2,295		
3	627		Clotoide	1175,44	1181,52	6,08	23	
3	628	156	Curva Circular	1181,52	1221,06	39,546		87
3	629		Clotoide	1221,06	1235,14	14,08	35	
3	630		Recta	1235,14	1339,54	104,391		
3	631		Clotoide	1339,54	1346,76	7,224	22	
3	632	157	Curva Circular	1346,76	1409,52	62,763		67
3	633		Clotoide	1409,52	1442,49	32,97	47	
3	634		Recta	1442,49	1492,45	49,961		
3	635		Clotoide	1492,45	1496,59	4,141	33	
3	636	158	Curva Circular	1496,59	1537,38	40,791		263
3	637		Clotoide	1537,38	1580,92	43,532	107	
3	638		Recta	1580,92	11134,29	553,375		
3	639		Clotoide	11134,29	11165,54	31,25	50	
3	640	159	Curva Circular	11165,54	11187,47	21,929		80
3	641		Clotoide	11187,47	11246,98	59,512	69	
3	642		Recta	11246,98	11480,45	233,47		
3	643		Clotoide	11480,45	11516,24	35,787	58	
3	644	160	Curva Circular	11516,24	11596,43	80,187		94
3	645		Clotoide	11596,43	11642,77	46,34	66	
3	646		Recta	11642,77	11825,22	182,451		
3	647		Clotoide	11825,22	11850,73	25,509	52	
3	648	161	Curva Circular	11850,73	11885,54	34,807		106
3	649		Clotoide	11885,54	11924,18	38,642	64	
3	650		Recta	11924,18	11954,22	30,044		
3	651		Clotoide	11954,22	11986,28	32,061	46	
3	652	162	Curva Circular	11986,28	12009,97	23,689		66
3	653		Clotoide	12009,97	12044,88	34,909	48	
3	654		Recta	12044,88	12078,21	33,327		
3	655		Clotoide	12078,21	12120,88	42,677	63	
3	656	163	Curva Circular	12120,88	12197,78	76,896		93
3	657		Clotoide	12197,78	12271,85	74,075	83	
3	658		Recta	12271,85	12493,75	221,891		

Catadau - Tous I



	Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio	
Catadau - Tous I	3	659		Clotoide	12493,75	12497,03	3,282	16		
	3	660	164	Curva Circular	12497,03	12519,07	22,043		78	
	3	661		Clotoide	12519,07	12565,22	46,154	60		
	3	662		Recta	12565,22	12687,41	122,181			
	3	663		Clotoide	12687,41	12733,01	45,608	77		
	3	664	165	Curva Circular	12733,01	12750,45	17,436		130	
	3	665		Clotoide	12750,45	12781,96	31,508	64		
	3	666		Recta	12781,96	12782,86	0,901			
	3	667		Clotoide	12782,86	12826,48	43,623	68		
	3	668	166	Curva Circular	12826,48	12928	101,525		106	
	3	669		Recta			0			
	3	670		Recta	12928	12935,3	7,294			
	3	671		Clotoide	12935,3	12951,08	15,784	82		
	3	672	167	Curva Circular	12951,08	12960,08	8,993		426	
	3	673		Recta			0			
	3	674		Recta	12960,08	12964,66	4,585			
	3	675		Clotoide	12964,66	12990,55	25,888	48		
	3	676	168	Curva Circular	12990,55	13016,88	26,328		89	
	3	677		Clotoide	13016,88	13028,38	11,506	32		
	3	678		Recta	13028,38	13046,23	17,844			
	3	679		Clotoide	13046,23	13060,5	14,272	34		
	3	680	169	Curva Circular	13060,5	13065,56	5,061		81	
	3	681		Clotoide	13065,56	13071	5,444	21		
	3	682		Recta	13071	13078,98	7,973			
	Catadau - Tous I	4a	683		Recta	0	19,92	19,924		
		4a	684		Clotoide	19,92	27,97	8,048	13	
		4a	685	170	Curva Circular	27,97	44,94	16,974		21
		4a	686		Clotoide	44,94	51,8	6,857	12	
4a		687		Recta	51,8	54,31	2,508			
4a		688		Clotoide	54,31	59	4,694	13		
4a		689	171	Curva Circular	59	69,27	10,263		36	
4a		690		Clotoide	69,27	77,3	8,028	17		
4a		691		Recta	77,3	151,14	73,842			
4a		692		Clotoide	151,14	154,24	3,101	26		
4a		693	172	Curva Circular	154,24	176,94	22,702		218	
4a		694		Clotoide	176,94	196,92	19,982	66		
4a		695		Recta	196,92	249,94	53,02			
4a		696		Clotoide	249,94	258,7	8,757	18		
4a		697	173	Curva Circular	258,7	271,53	12,832		37	
4a		698		Clotoide	271,53	283,45	11,919	21		
4a		699		Recta	283,45	413,31	129,858			
4a		700		Clotoide	413,31	422,94	9,633	17		
4a		701	174	Curva Circular	422,94	434,59	11,653		30	
4a		702		Clotoide	434,59	444,23	9,633	17		



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
4a	703		Recta	444,23	446,66	2,429		
4a	704		Recta			0		
4a	705	175	Curva Circular	446,66	447,47	0,816		202
4a	706		Clotoide	447,47	453,89	6,416	36	
4a	707		Recta	453,89	455,13	1,244		
4a	708		Recta			0		
4a	709	176	Curva Circular	455,13	462,08	6,952		124
4a	710		Clotoide	462,08	468,41	6,323	28	
4a	711		Recta	468,41	471,23	2,824		
4a	712		Clotoide	471,23	475,3	4,067	22	
4a	713	177	Curva Circular	475,3	565,13	89,832		119
4a	714		Recta			0		
4a	715		Recta	565,13	569,96	4,827		
4a	716		Clotoide	569,96	613,71	43,75	70	
4a	717	178	Curva Circular	613,71	618,37	4,666		112
4a	718		Clotoide	618,37	624,88	6,509	27	
4a	719		Recta	624,88	630,4	5,519		
4a	720		Clotoide	630,4	654,17	23,766	63	
4a	721	179	Curva Circular	654,17	656,24	2,074		167
4a	722		Clotoide	656,24	665,82	9,581	40	
4a	723		Recta	665,82	702,63	36,805		
4a	724		Clotoide	702,63	723,48	20,851	140	
4a	725	180	Curva Circular	723,48	815,22	91,741		940
4a	726		Clotoide	815,22	821,2	5,984	75	
4a	727		Recta	821,2	829,12	7,919		
4a	728		Recta			0		
4a	729	181	Curva Circular	829,12	863,71	34,588		182
4a	730		Clotoide	863,71	874,35	10,637	44	
4a	731		Recta	874,35	898,21	23,86		
4a	732		Clotoide	898,21	906,71	8,5	17	
4a	733	182	Curva Circular	906,71	918,54	11,834		34
4a	734		Clotoide	918,54	938,42	19,882	26	
4a	735		Recta	938,42	951,2	12,782		
4a	736		Clotoide	951,2	962,32	11,115	17	
4a	737	183	Curva Circular	962,32	991,86	29,541		26
4a	738		Clotoide	991,86	1015,9	24,038	25	
4a	739		Recta	1015,9	1071,93	56,034		
4a	740		Clotoide	1071,93	1092,1	20,167	22	
4a	741	184	Curva Circular	1092,1	1106,14	14,043		24
4a	742		Clotoide	1106,14	1119,64	13,5	18	
4a	743		Recta	1119,64	1153,46	33,814		
4a	744		Clotoide	1153,46	1186,7	33,242	55	
4a	745	185	Curva Circular	1186,7	1210,67	23,973		91
4a	746		Clotoide	1210,67	1234,95	24,275	47	

Catadau - Tous I



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
4a	747		Recta	1234,95	1615,2	380,248		
4b	748		Recta	0	13,79	13,79		
4b	749		Clotoide	13,79	31,42	17,633	23	
4b	750	186	Curva Circular	31,42	46,01	14,583		30
4b	751		Clotoide	46,01	63,64	17,633	23	
4b	752		Recta	63,64	130,27	66,63		
4b	753		Clotoide	130,27	148,56	18,286	16	
4b	754	187	Curva Circular	148,56	153,73	5,176		14
4b	755		Clotoide	153,73	158,3	4,571	8	
4b	756		Recta	158,3	159,2	0,894		
4b	757		Clotoide	159,2	159,2	0,007	1	
4b	758	188	Curva Circular	159,2	172,59	13,382		144
4b	759		Clotoide	172,59	180,61	8,028	34	
4b	760		Recta	180,61	182,3	1,685		
4b	761		Clotoide	182,3	188,2	5,898	17	
4b	762	189	Curva Circular	188,2	209,81	21,611		49
4b	763		Clotoide	209,81	216,42	6,612	18	
4b	764		Recta	216,42	217,57	1,15		
4b	765		Clotoide	217,57	226,48	8,909	14	
4b	766	190	Curva Circular	226,48	238,77	12,289		22
4b	767		Clotoide	238,77	250,4	11,636	16	
4b	768		Recta	250,4	255,27	4,868		
4b	769		Clotoide	255,27	264,1	8,828	16	
4b	770	191	Curva Circular	264,1	317,38	53,285		29
4b	771		Clotoide	317,38	332,59	15,207	21	
4b	772		Recta	332,59	341,3	8,707		
4b	773		Clotoide	341,3	346,2	4,9	14	
4b	774	192	Curva Circular	346,2	360,19	13,995		40
4b	775		Clotoide	360,19	370,19	10	20	
4b	776		Recta	370,19	373,81	3,615		
4b	777		Clotoide	373,81	377,33	3,522	9	
4b	778	193	Curva Circular	377,33	395,46	18,128		23
4b	779		Clotoide	395,46	405,24	9,783	15	
4b	780		Recta	405,24	429,98	24,741		
4b	781		Clotoide	429,98	437,98	8	12	
4b	782	194	Curva Circular	437,98	448,1	10,118		18
4b	783		Clotoide	448,1	454,82	6,722	11	
4b	784		Recta	454,82	455,35	0,524		
4b	785		Clotoide	455,35	460,32	4,971	13	
4b	786	195	Curva Circular	460,32	490,8	30,484		34
4b	787		Clotoide	490,8	498,33	7,529	16	
4b	788		Recta	498,33	509,7	11,37		
4b	789		Clotoide	509,7	515,96	6,261	12	
4b	790	196	Curva Circular	515,96	523,94	7,979		23

Tous I - Tous II



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
4b	791		Clotoide	523,94	533,72	9,783	15	
4b	792		Recta	533,72	537,66	3,933		
4b	793		Clotoide	537,66	543,22	5,565	16	
4b	794	197	Curva Circular	543,22	552,4	9,174		46
4b	795		Clotoide	552,4	559,44	7,043	18	
4b	796		Recta	559,44	564,08	4,639		
4b	797		Clotoide	564,08	570,69	6,618	15	
4b	798	198	Curva Circular	570,69	579,99	9,291		34
4b	799		Clotoide	579,99	586,6	6,618	15	
4b	800		Recta	586,6	602,28	15,672		
4b	801		Clotoide	602,28	609,29	7,014	22	
4b	802	199	Curva Circular	609,29	624,39	15,096		69
4b	803		Clotoide	624,39	629,62	5,232	19	
4b	804		Recta	629,62	635,4	5,785		
4b	805		Clotoide	635,4	646,12	10,714	30	
4b	806	200	Curva Circular	646,12	655,46	9,342		84
4b	807		Clotoide	655,46	675,47	20,012	41	
4b	808		Recta	675,47	691,42	15,948		
4b	809		Clotoide	691,42	698,14	6,722	11	
4b	810	201	Curva Circular	698,14	713,42	15,281		18
4b	811		Clotoide	713,42	721,42	8	12	
4b	812		Recta	721,42	725,02	3,596		
4b	813		Clotoide	725,02	732,87	7,848	19	
4b	814	202	Curva Circular	732,87	752,84	19,972		46
4b	815		Clotoide	752,84	767,53	14,696	26	
4b	816		Recta	767,53	774,36	6,826		
4b	817		Clotoide	774,36	781,84	7,481	24	
4b	818	203	Curva Circular	781,84	782,85	1,009		77
4b	819		Clotoide	782,85	788,58	5,727	21	
4b	820		Recta	788,58	798,51	9,938		
4b	821		Clotoide	798,51	805,05	6,533	14	
4b	822	204	Curva Circular	805,05	817,55	12,5		30
4b	823		Clotoide	817,55	830,88	13,333	20	
4b	824		Recta	830,88	845,33	14,445		
4b	825		Clotoide	845,33	864,59	19,267	17	
4b	826	205	Curva Circular	864,59	891,06	26,464		15
4b	827		Clotoide	891,06	899,12	8,067	11	
4b	828		Recta	899,12	910,1	10,973		
4b	829		Clotoide	910,1	916,86	6,76	13	
4b	830	206	Curva Circular	916,86	948,99	32,13		25
4b	831		Clotoide	948,99	976,03	27,04	26	
4b	832		Recta	976,03	1016,98	40,953		
4b	833		Clotoide	1016,98	1043,65	26,667	40	
4b	834	207	Curva Circular	1043,65	1056,63	12,986		60

Tous I - Tous II



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
4b	835		Clotoide	1056,63	1069,7	13,067	28	
4b	836		Recta	1069,7	1083,13	13,435		
4b	837		Clotoide	1083,13	1101,71	18,581	24	
4b	838	208	Curva Circular	1101,71	1114,61	12,9		31
4b	839		Clotoide	1114,61	1128,84	14,226	21	
4b	840		Recta	1128,84	1185,68	56,835		
4b	841		Clotoide	1185,68	1208,41	22,737	36	
4b	842	209	Curva Circular	1208,41	1227,38	18,971		57
4b	843		Clotoide	1227,38	1241,14	13,754	28	
4b	844		Recta	1241,14	1245,67	4,537		
4b	845		Clotoide	1245,67	1252,96	7,29	27	
4b	846	210	Curva Circular	1252,96	1264,22	11,255		100
4b	847		Clotoide	1264,22	1281,86	17,64	42	
4b	848		Recta	1281,86	1304,49	22,634		
4b	849		Clotoide	1304,49	1327,7	23,211	21	
4b	850	211	Curva Circular	1327,7	1343,99	16,289		19
4b	851		Clotoide	1343,99	1362,99	19	19	
4b	852		Recta	1362,99	1420,93	57,941		
4b	853		Clotoide	1420,93	1432,36	11,429	20	
4b	854	212	Curva Circular	1432,36	1455,56	23,194		35
4b	855		Clotoide	1455,56	1483,01	27,457	31	
4b	856		Recta	1483,01	1585,53	102,521		
4b	857		Clotoide	1585,53	1608,1	22,562	19	
4b	858	213	Curva Circular	1608,1	1633,44	25,348		16
4b	859		Clotoide	1633,44	1639,69	6,25	10	
4b	860		Recta	1639,69	1639,94	0,248		
4b	861		Clotoide	1639,94	1648,45	8,511	40	
4b	862	214	Curva Circular	1648,45	1687,24	38,788		188
4b	863		Clotoide	1687,24	1694,52	7,282	37	
4b	864		Recta	1694,52	1700,22	5,697		
4b	865		Clotoide	1700,22	1703,47	3,25	13	
4b	866	215	Curva Circular	1703,47	1716,25	12,779		52
4b	867		Recta			0		
4b	868		Recta	1716,25	1716,93	0,685		
4b	869		Clotoide	1716,93	1717,78	0,842	16	
4b	870	216	Curva Circular	1717,78	1756,39	38,612		304
4b	871		Recta			0		
4b	872		Recta	1756,39	1762,73	6,339		
4b	873		Clotoide	1762,73	1765,84	3,115	9	
4b	874	217	Curva Circular	1765,84	1782,91	17,069		26
4b	875		Clotoide	1782,91	1789,41	6,5	13	
4b	876		Recta	1789,41	1811,96	22,545		
4b	877		Clotoide	1811,96	1820,96	9	15	
4b	878	218	Curva Circular	1820,96	1832,56	11,607		25

Tous I - Tous II



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
4b	879		Clotoide	1832,56	1840,4	7,84	14	
4b	880		Recta	1840,4	1850,85	10,448		
4b	881		Clotoide	1850,85	1854,6	3,753	17	
4b	882	219	Curva Circular	1854,6	1866,48	11,875		77
4b	883		Clotoide	1866,48	1897,66	31,182	49	
4b	884		Recta	1897,66	1953,73	56,067		
4b	885		Clotoide	1953,73	2002,62	48,893	37	
4b	886	220	Curva Circular	2002,62	2025,86	23,242		28
4b	887		Clotoide	2025,86	2035,01	9,143	16	
4b	888		Recta	2035,01	2039,88	4,877		
4b	889		Clotoide	2039,88	2057,93	18,05	19	
4b	890	221	Curva Circular	2057,93	2060,88	2,944		20
4b	891		Clotoide	2060,88	2136,93	76,05	39	
4b	892		Recta	2136,93	2220,32	83,393		
4b	893		Clotoide	2220,32	2223,63	3,309	15	
4b	894	222	Curva Circular	2223,63	2245,26	21,628		68
4b	895		Clotoide	2245,26	2269,98	24,721	41	
4b	896		Recta	2269,98	2271,9	1,926		
4b	897		Clotoide	2271,9	2284,09	12,19	16	
4b	898	223	Curva Circular	2284,09	2304,02	19,927		21
4b	899		Clotoide	2304,02	2310,88	6,857	12	
4b	900		Recta	2310,88	2328,95	18,068		
4b	901		Clotoide	2328,95	2333,64	4,691	21	
4b	902	224	Curva Circular	2333,64	2349,48	15,838		94
4b	903		Clotoide	2349,48	2381,66	32,181	55	
4b	904		Recta	2381,66	2416,21	34,551		
4b	905		Clotoide	2416,21	2419,35	3,144	26	
4b	906	225	Curva Circular	2419,35	2424,12	4,768		215
4b	907		Clotoide	2424,12	2442	17,879	62	
4b	908		Recta	2442	2463,7	21,707		
4b	909		Clotoide	2463,7	2466,57	2,867	18	
4b	910	226	Curva Circular	2466,57	2476,85	10,281		113
4b	911		Clotoide	2476,85	2483,3	6,451	27	
4b	912		Recta	2483,3	2495,52	12,214		
4b	913		Clotoide	2495,52	2501,34	5,818	16	
4b	914	227	Curva Circular	2501,34	2520,72	19,384		44
4b	915		Clotoide	2520,72	2539,83	19,114	29	
4b	916		Recta	2539,83	2553,1	13,265		
4b	917		Clotoide	2553,1	2566,62	13,52	26	
4b	918	228	Curva Circular	2566,62	2577,01	10,388		50
4b	919		Clotoide	2577,01	2583,49	6,48	18	
4b	920		Recta	2583,49	2622,4	38,915		
4b	921		Clotoide	2622,4	2633,16	10,756	22	
4b	922	229	Curva Circular	2633,16	2643,13	9,969		45

Tous I - Tous II



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio	
Tous I - Tous II	4b	923		Clotoide	2643,13	2650,33	7,2	18	
	4b	924		Recta	2650,33	2657,2	6,868		
	4b	925		Clotoide	2657,2	2663,23	6,036	13	
	4b	926	230	Curva Circular	2663,23	2677,18	13,952		28
	4b	927		Clotoide	2677,18	2684,18	7	14	
	4b	928		Recta	2684,18	2695,97	11,791		
	4b	929		Clotoide	2695,97	2698,8	2,824	12	
	4b	930	231	Curva Circular	2698,8	2712,62	13,824		51
	4b	931		Clotoide	2712,62	2721,27	8,647	21	
	4b	932		Recta	2721,27	2737,51	16,242		
	4b	933		Clotoide	2737,51	2747,91	10,4	26	
	4b	934	232	Curva Circular	2747,91	2772,76	24,844		65
	4b	935		Clotoide	2772,76	2781,62	8,862	24	
	4b	936		Recta	2781,62	2797,35	15,737		
	4b	937		Clotoide	2797,35	2812,93	15,574	29	
	4b	938	233	Curva Circular	2812,93	2837,94	25,012		54
	4b	939		Clotoide	2837,94	2849,51	11,574	25	
	4b	940		Recta	2849,51	2893,84	44,326		
	4b	941		Clotoide	2893,84	2924,99	31,148	29	
	4b	942	234	Curva Circular	2924,99	2938,61	13,622		27
	4b	943		Clotoide	2938,61	2959,94	21,333	24	
	4b	944		Recta	2959,94	2984,65	24,701		
	4b	945		Clotoide	2984,65	3015,79	31,148	29	
	4b	946	235	Curva Circular	3015,79	3033,25	17,458		27
	4b	947		Clotoide	3033,25	3054,58	21,333	24	
	4b	948		Recta	3054,58	3061,68	7,1		
	4b	949		Clotoide	3061,68	3079,48	17,796	31	
	4b	950	236	Curva Circular	3079,48	3109,51	30,026		54
	4b	951		Clotoide	3109,51	3122,03	12,519	26	
	4b	952		Recta	3122,03	3125,01	2,987		
	4b	953		Clotoide	3125,01	3131,71	6,696	23	
	4b	954	237	Curva Circular	3131,71	3168,67	36,956		79
4b	955		Clotoide	3168,67	3175,36	6,696	23		
4b	956		Recta	3175,36	3179,81	4,444			
Tous I - Benimuslem	5a	957		Recta	0	51,45	51,448		
	5a	958		Clotoide	51,45	57,46	6,01	25	
	5a	959	238	Curva Circular	57,46	97,85	40,388		104
	5a	960		Clotoide	97,85	120	22,154	48	
	5a	961		Recta	120	122,59	2,592		
	5a	962		Clotoide	122,59	177,16	54,568	113	
	5a	963	239	Curva Circular	177,16	240,2	63,042		234
	5a	964		Clotoide	240,2	326,37	86,171	142	
	5a	965		Recta	326,37	499,28	172,903		
	5a	966		Clotoide	499,28	704,51	205,233	870	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Tous I - Benimuslem	5a	967	240	Curva Circular	704,51	784,15	79,636	3688
	5a	968		Clotoide	784,15	825,6	41,454	391
	5a	969		Recta	825,6	828,15	2,553	
	5a	970		Clotoide	828,15	923,34	95,188	331
	5a	971	241	Curva Circular	923,34	955,64	32,301	1151
	5a	972		Clotoide	955,64	1010,38	54,736	251
	5a	973		Recta	1010,38	1222,8	212,421	
	5a	974		Clotoide	1222,8	1226,96	4,16	47
	5a	975	242	Curva Circular	1226,96	1281,95	54,991	531
	5a	976		Clotoide	1281,95	1312,32	30,375	127
	5a	977		Recta	1312,32	1608,55	296,227	
	5a	978		Clotoide	1608,55	1661,33	52,781	103
	5a	979	243	Curva Circular	1661,33	1697,92	36,591	201
	5a	980		Clotoide	1697,92	1704,73	6,811	37
	5a	981		Recta	1704,73	2194,4	489,661	
	5a	982		Clotoide	2194,4	2229,71	35,315	57
	5a	983	244	Curva Circular	2229,71	2252,15	22,439	92
	5a	984		Clotoide	2252,15	2305,41	53,261	70
	5a	985		Recta	2305,41	2339,14	33,728	
	5a	986		Clotoide	2339,14	2390,75	51,61	92
	5a	987	245	Curva Circular	2390,75	2457,75	66,999	164
	5a	988		Clotoide	2457,75	2502,85	45,098	86
	5a	989		Recta	2502,85	2660,55	157,701	
	5a	990		Clotoide	2660,55	2695,85	35,304	111
	5a	991	246	Curva Circular	2695,85	2751,34	55,492	349
	5a	992		Clotoide	2751,34	2769,23	17,883	79
	5a	993		Recta	2769,23	2776,87	7,648	
	5a	994		Clotoide	2776,87	2807,62	30,744	79
	5a	995	247	Curva Circular	2807,62	2887,58	79,963	203
	5a	996		Clotoide	2887,58	2926,6	39,02	89
	5a	997		Recta	2926,6	2967,93	41,334	
	5a	998		Clotoide	2967,93	3031,43	63,5	127
	5a	999	248	Curva Circular	3031,43	3134,11	102,679	254
	5a	1000		Clotoide	3134,11	3214,62	80,508	143
	5a	1001		Recta	3214,62	3259,52	44,896	
	5a	1002		Clotoide	3259,52	3347,97	88,453	268
	5a	1003	249	Curva Circular	3347,97	3399,28	51,31	812
	5a	1004		Clotoide	3399,28	3426,62	27,341	149
	5a	1005		Recta	3426,62	3439,48	12,858	
	5a	1006		Clotoide	3439,48	3485,4	45,924	65
5a	1007	250	Curva Circular	3485,4	3500,56	15,156	92	
5a	1008		Clotoide	3500,56	3513,87	13,315	35	
5a	1009		Recta	3513,87	3515,33	1,459		
5a	1010		Clotoide	3515,33	3523,38	8,048	13	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Tous I - Benimuslem	5a	1011	251	Curva Circular	3523,38	3536,08	12,696	21
	5a	1012		Clotoide	3536,08	3548,27	12,19	16
	5a	1013		Recta	3548,27	3552,23	3,967	
	5a	1014		Clotoide	3552,23	3556,28	4,05	18
	5a	1015	252	Curva Circular	3556,28	3579,24	22,954	80
	5a	1016		Clotoide	3579,24	3606,85	27,612	47
	5a	1017		Recta	3606,85	3829,1	222,251	
	5a	1018		Clotoide	3829,1	3959,7	130,595	385
	5a	1019	253	Curva Circular	3959,7	4006,05	46,352	1135
	5a	1020		Clotoide	4006,05	4072,68	66,63	275
	5a	1021		Recta	4072,68	4537,79	465,112	
	5a	1022		Clotoide	4537,79	4625,21	87,419	199
	5a	1023	254	Curva Circular	4625,21	4675,12	49,91	453
	5a	1024		Clotoide	4675,12	4765,19	90,075	202
	5a	1025		Recta	4765,19	4884,68	119,489	
	5a	1026		Clotoide	4884,68	4927,78	43,094	232
	5a	1027	255	Curva Circular	4927,78	5005,58	77,806	1249
	5a	1028		Clotoide	5005,58	5043,98	38,4	219
	5a	1029		Recta	5043,98	5187,43	143,45	
	5a	1030		Clotoide	5187,43	5264,82	77,385	306
	5a	1031	256	Curva Circular	5264,82	5333,52	68,702	1210
	5a	1032		Clotoide	5333,52	5406,42	72,9	297
	5a	1033		Recta	5406,42	5689,66	283,245	
	5a	1034		Clotoide	5689,66	5733,99	44,328	52
	5a	1035	257	Curva Circular	5733,99	5765,54	31,552	61
	5a	1036		Clotoide	5765,54	5772,1	6,557	20
	5a	1037		Recta	5772,1	5775,89	3,787	
	5a	1038		Clotoide	5775,89	5779,68	3,789	12
	5a	1039	258	Curva Circular	5779,68	5785,37	5,697	38
	5a	1040		Clotoide	5785,37	5791,29	5,921	15
	5a	1041		Recta	5791,29	5793,4	2,104	
	5a	1042		Clotoide	5793,4	5797,08	3,682	18
	5a	1043	259	Curva Circular	5797,08	5805,1	8,016	88
	5a	1044		Clotoide	5805,1	5827,1	22	44
	5a	1045		Recta	5827,1	5832,18	5,085	
	5a	1046		Clotoide	5832,18	5852,96	20,775	43
	5a	1047	260	Curva Circular	5852,96	5910,65	57,688	89
	5a	1048		Clotoide	5910,65	5945,88	35,236	56
	5a	1049		Recta	5945,88	5947,6	1,72	
	5a	1050		Clotoide	5947,6	6003,71	56,112	67
5a	1051	261	Curva Circular	6003,71	6049,16	45,45	80	
5a	1052		Clotoide	6049,16	6082,96	33,8	52	
5a	1053		Recta	6082,96	6086,53	3,565		
5a	1054		Clotoide	6086,53	6092,02	5,492	18	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Tous I - Benimuslem	5a	1055	262	Curva Circular	6092,02	6101,49	9,465	59
	5a	1056		Clotoide	6101,49	6108,96	7,475	21
	5a	1057		Recta	6108,96	6114,24	5,278	
	5a	1058		Clotoide	6114,24	6118,56	4,32	18
	5a	1059	263	Curva Circular	6118,56	6122,56	4,006	75
	5a	1060		Clotoide	6122,56	6128,44	5,88	21
	5a	1061		Recta	6128,44	6131,2	2,754	
	5a	1062		Clotoide	6131,2	6135,37	4,172	11
	5a	1063	264	Curva Circular	6135,37	6150,55	15,179	29
	5a	1064		Clotoide	6150,55	6175,69	25,138	27
	5a	1065		Recta	6175,69	6185,2	9,514	
	5a	1066		Clotoide	6185,2	6213,08	27,88	113
	5a	1067	265	Curva Circular	6213,08	6235,55	22,472	458
	5a	1068		Clotoide	6235,55	6290,75	55,199	159
	5a	1069		Recta	6290,75	6359,84	69,09	
	5a	1070		Clotoide	6359,84	6368,24	8,393	32
	5a	1071	266	Curva Circular	6368,24	6378,71	10,471	122
	5a	1072		Clotoide	6378,71	6396,05	17,344	46
	5a	1073		Recta	6396,05	6477,09	81,036	
	5a	1074		Clotoide	6477,09	6480,07	2,986	36
	5a	1075	267	Curva Circular	6480,07	6533,94	53,866	434
	5a	1076		Clotoide	6533,94	6543,98	10,037	66
	5a	1077		Recta	6543,98	6548,37	4,394	
	5a	1078		Clotoide	6548,37	6552,64	4,267	8
	5a	1079	268	Curva Circular	6552,64	6580,88	28,24	15
	5a	1080		Clotoide	6580,88	6587,54	6,667	10
	5a	1081		Recta	6587,54	6594,03	6,486	
	5a	1082		Clotoide	6594,03	6597,29	3,261	15
	5a	1083	269	Curva Circular	6597,29	6607,92	10,627	69
	5a	1084		Clotoide	6607,92	6651,76	43,841	55
	5a	1085		Recta	6651,76	6656,91	5,152	
	5a	1086		Clotoide	6656,91	6666,9	9,985	87
	5a	1087	270	Curva Circular	6666,9	6980,07	313,178	758
	5a	1088		Clotoide	6980,07	7074,83	94,755	268
5a	1089		Recta	7074,83	7304,82	229,995		
5a	1090		Clotoide	7304,82	7308,07	3,25	26	
5a	1091	271	Curva Circular	7308,07	7354,17	46,091	208	
5a	1092		Clotoide	7354,17	7379,09	24,923	72	
5a	1093		Recta	7379,09	7395,56	16,471		
5a	1094		Clotoide	7395,56	7411,56	16	24	
5a	1095	272	Curva Circular	7411,56	7474,97	63,411	36	
5a	1096		Clotoide	7474,97	7483	8,028	17	
5a	1097		Recta	7483	7504,63	21,633		
5a	1098		Clotoide	7504,63	7507,9	3,27	11	



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Tous I - Benimuslem	5a	1099	273	Curva Circular	7507,9	7519,49	11,59	37
	5a	1100		Clotoide	7519,49	7532,57	13,081	22
	5a	1101		Recta	7532,57	7538,46	5,884	
	5a	1102		Clotoide	7538,46	7547,85	9,389	13
	5a	1103	274	Curva Circular	7547,85	7558,08	10,23	18
	5a	1104		Clotoide	7558,08	7566,08	8	12
	5a	1105		Recta	7566,08	7567,23	1,158	
	5a	1106		Clotoide	7567,23	7574,99	7,759	15
	5a	1107	275	Curva Circular	7574,99	7590,87	15,875	29
	5a	1108		Clotoide	7590,87	7600,83	9,966	17
	5a	1109		Recta	7600,83	7605,17	4,337	
	5a	1110		Clotoide	7605,17	7619,19	14,019	38
	5a	1111	276	Curva Circular	7619,19	7650,57	31,376	103
	5a	1112		Clotoide	7650,57	7657,13	6,563	26
	5a	1113		Recta	7657,13	7764,54	107,41	
	5a	1114		Clotoide	7764,54	7793,93	29,389	23
	5a	1115	277	Curva Circular	7793,93	7816,82	22,887	18
	5a	1116		Clotoide	7816,82	7827,7	10,889	14
	5a	1117		Recta	7827,7	7830,43	2,731	
	5a	1118		Clotoide	7830,43	7835,38	4,944	23
	5a	1119	278	Curva Circular	7835,38	7859,89	24,508	107
	5a	1120		Clotoide	7859,89	7901,84	41,953	67
	5a	1121		Recta	7901,84	8847,31	945,466	
	5a	1122		Clotoide	8847,31	8895,31	48,005	97
	5a	1123	279	Curva Circular	8895,31	8915,02	19,709	196
	5a	1124		Clotoide	8915,02	8942,96	27,939	74
	5a	1125		Recta	8942,96	8955,13	12,176	
	5a	1126		Clotoide	8955,13	8964,9	9,763	24
	5a	1127	280	Curva Circular	8964,9	9014,87	49,974	59
	5a	1128		Clotoide	9014,87	9028,16	13,288	28
	5a	1129		Recta	9028,16	9036,9	8,746	
	5a	1130		Clotoide	9036,9	9051,57	14,661	105
	5a	1131	281	Curva Circular	9051,57	9087,6	36,031	752
	5a	1132		Clotoide	9087,6	9100,89	13,298	100
	5a	1133		Recta	9100,89	9810,36	709,467	
	5a	1134		Clotoide	9810,36	9854,1	43,743	147
	5a	1135	282	Curva Circular	9854,1	9949,74	95,638	494
	5a	1136		Clotoide	9949,74	1016,79	67,053	182
	5a	1137		Recta	1016,79	1077,43	60,64	
	5a	1138		Clotoide	1077,43	1119,22	41,783	62
	5a	1139	283	Curva Circular	1119,22	1137,76	18,542	92
	5a	1140		Clotoide	1137,76	1145,68	7,924	27
5a	1141		Recta	1145,68	1147,36	1,674		
5a	1142		Clotoide	1147,36	1151,21	3,857	9	



	Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Tous I - Benimuslem	5a	1143	284	Curva Circular	1151,21	1170,68	19,461		21
	5a	1144		Clotoide	1170,68	1178,72	8,048	13	
	5a	1145		Recta	1178,72	1179,56	0,835		
	5a	1146		Clotoide	1179,56	1185,39	5,828	13	
	5a	1147	285	Curva Circular	1185,39	1199,53	14,144		29
	5a	1148		Clotoide	1199,53	1206,29	6,759	14	
	5a	1149		Recta	1206,29	1227,91	21,627		
	5b	1150		Recta	0	10,8	10,796		
	5b	1151		Clotoide	10,8	14,46	3,667	11	
	5b	1152	286	Curva Circular	14,46	25,81	11,352		33
	5b	1153		Clotoide	25,81	32,63	6,818	15	
	5b	1154		Recta	32,63	40,79	8,153		
	5b	1155		Clotoide	40,79	45,79	5	10	
	5b	1156	287	Curva Circular	45,79	60,71	14,925		20
Benimuslem - Algemesí	5b	1157		Clotoide	60,71	70,51	9,8	14	
	5b	1158		Recta	70,51	72,52	2,011		
	5b	1159		Clotoide	72,52	76,29	3,767	18	
	5b	1160	288	Curva Circular	76,29	88,99	12,702		86
	5b	1161		Clotoide	88,99	145,97	56,977	70	
	5b	1162		Recta	145,97	2304,42	2158,452		
	5b	1163		Clotoide	2304,42	2340,81	36,391	95	
	5b	1164	289	Curva Circular	2340,81	2403,08	62,266		248
	5b	1165		Clotoide	2403,08	2429,53	26,456	81	
	5b	1166		Recta	2429,53	2846,57	417,038		
	5b	1167		Clotoide	2846,57	2903,12	56,545	256	
	5b	1168	290	Curva Circular	2903,12	2993	89,881		1159
	5b	1169		Clotoide	2993	3062,1	69,102	283	
	5b	1170		Recta	3062,1	3793,19	731,093		
	5b	1171		Clotoide	3793,19	3906,97	113,778	224	
	5b	1172	291	Curva Circular	3906,97	3940,3	33,327		441
	5b	1173		Clotoide	3940,3	3989,3	49	147	
	5b	1174		Recta	3989,3	4087,83	98,533		
	5b	1175		Clotoide	4087,83	4092,7	4,876	32	
	5b	1176	292	Curva Circular	4092,7	4107,2	14,5		210
	5b	1177		Clotoide	4107,2	4113,38	6,171	36	
	5b	1178		Recta	4113,38	4129,39	16,015		
	5b	1179		Clotoide	4129,39	4133,45	4,063	16	
	5b	1180	293	Curva Circular	4133,45	4134,95	1,5		63
5b	1181		Clotoide	4134,95	4141,95	7	21		
5b	1182		Recta	4141,95	4143,59	1,64			
5b	1183		Clotoide	4143,59	4147,92	4,321	11		
5b	1184	294	Curva Circular	4147,92	4172,56	24,646		28	
5b	1185		Clotoide	4172,56	4188,31	15,75	21		
5b	1186		Recta	4188,31	4193,51	5,192			



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
5b	1187		Clotoide	4193,51	4205,16	11,655	26	
5b	1188	295	Curva Circular	4205,16	4219,27	14,109		58
5b	1189		Clotoide	4219,27	4225,49	6,224	19	
5b	1190		Recta	4225,49	4227,21	1,72		
5b	1191		Clotoide	4227,21	4230,42	3,211	17	
5b	1192	296	Curva Circular	4230,42	4240,53	10,104		90
5b	1193		Clotoide	4240,53	4246,93	6,4	24	
5b	1194		Recta	4246,93	4248,23	1,299		
5b	1195		Clotoide	4248,23	4253,27	5,042	11	
5b	1196	297	Curva Circular	4253,27	4266,56	13,292		24
5b	1197		Clotoide	4266,56	4281,6	15,042	19	
5b	1198		Recta	4281,6	4293,71	12,11		
5b	1199		Clotoide	4293,71	4302,16	8,45	13	
5b	1200	298	Curva Circular	4302,16	4319,18	17,017		20
5b	1201		Clotoide	4319,18	4322,38	3,2	8	
5b	1202		Recta	4322,38	4322,58	0,201		
5b	1203		Recta			0		
5b	1204	299	Curva Circular	4322,58	4330,08	7,496		24
5b	1205		Clotoide	4330,08	4350,24	20,167	22	
5b	1206		Recta	4350,24	4386,27	36,028		
5b	1207		Clotoide	4386,27	4389,28	3,008	19	
5b	1208	300	Curva Circular	4389,28	4403,76	14,48		120
5b	1209		Clotoide	4403,76	4415,17	11,408	37	
5b	1210		Recta	4415,17	4424,74	9,566		
5b	1211		Clotoide	4424,74	4434,79	10,056	78	
5b	1212	301	Curva Circular	4434,79	4489,1	54,306		605
5b	1213		Clotoide	4489,1	4507,67	18,572	106	
5b	1214		Recta	4507,67	4508,39	0,724		
5b	1215		Recta			0		
5b	1216	302	Curva Circular	4508,39	4568,85	60,46		1304
5b	1217		Clotoide	4568,85	4583,25	14,393	137	
5b	1218		Recta	4583,25	4585,96	2,712		
5b	1219		Recta			0		
5b	1220	303	Curva Circular	4585,96	4710,69	124,73		350
5b	1221		Clotoide	4710,69	4769,11	58,426	143	
5b	1222		Recta	4769,11	4790,46	21,344		
5b	1223		Clotoide	4790,46	4934,14	143,682	358	
5b	1224	304	Curva Circular	4934,14	5109,91	175,774		892
5b	1225		Clotoide	5109,91	5118,59	8,682	88	
5b	1226		Recta	5118,59	5197,11	78,513		
5b	1227		Clotoide	5197,11	5215,43	18,325	78	
5b	1228	305	Curva Circular	5215,43	5232,34	16,904		332
5b	1229		Clotoide	5232,34	5239,28	6,94	48	
5b	1230		Recta	5239,28	5300,15	60,869		

Benimuslem - Algemesí



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
5b	1231		Clotoide	5300,15	5305,17	5,026	14	
5b	1232	306	Curva Circular	5305,17	5332,04	26,867		39
5b	1233		Clotoide	5332,04	5342,29	10,256	20	
5b	1234		Recta	5342,29	5350,37	8,08		
5b	1235		Clotoide	5350,37	5356,71	6,333	19	
5b	1236	307	Curva Circular	5356,71	5462,22	105,511		57
5b	1237		Clotoide	5462,22	5469,24	7,018	20	
5b	1238		Recta	5469,24	5476,67	7,437		
5b	1239		Clotoide	5476,67	5481,47	4,8	12	
5b	1240	308	Curva Circular	5481,47	5489,69	8,219		30
5b	1241		Clotoide	5489,69	5499,33	9,633	17	
5b	1242		Recta	5499,33	5780,34	281,016		
5b	1243		Clotoide	5780,34	5873,12	92,781	241	
5b	1244	309	Curva Circular	5873,12	5974,99	101,863		626
5b	1245		Clotoide	5974,99	6046,11	71,12	211	
5b	1246		Recta	6046,11	6067,39	21,281		
5b	1247		Clotoide	6067,39	6080,15	12,762	71	
5b	1248	310	Curva Circular	6080,15	6115,4	35,249		395
5b	1249		Clotoide	6115,4	6125,45	10,048	63	
5b	1250		Recta	6125,45	6213,27	87,822		
5b	1251		Clotoide	6213,27	6232,45	19,184	27	
5b	1252	311	Curva Circular	6232,45	6243,36	10,904		38
5b	1253		Clotoide	6243,36	6249,28	5,921	15	
5b	1254		Recta	6249,28	6267,76	18,485		
5b	1255		Clotoide	6267,76	6274,19	6,429	15	
5b	1256	312	Curva Circular	6274,19	6293,59	19,403		35
5b	1257		Clotoide	6293,59	6306,19	12,6	21	
5b	1258		Recta	6306,19	6307,4	1,204		
5b	1259		Clotoide	6307,4	6312,78	5,383	24	
5b	1260	313	Curva Circular	6312,78	6329,03	16,249		107
5b	1261		Clotoide	6329,03	6355,28	26,252	53	
5b	1262		Recta	6355,28	6361,05	5,771		
5b	1263		Clotoide	6361,05	6433,89	72,835	259	
5b	1264	314	Curva Circular	6433,89	6506,85	72,961		921
5b	1265		Clotoide	6506,85	6529,68	22,828	145	
5b	1266		Recta	6529,68	7097,21	567,534		
5b	1267		Clotoide	7097,21	7114,57	17,357	27	
5b	1268	315	Curva Circular	7114,57	7142,05	27,485		42
5b	1269		Clotoide	7142,05	7148,94	6,881	17	
5b	1270		Recta	7148,94	7152,95	4,017		
5b	1271		Clotoide	7152,95	7158,78	5,828	13	
5b	1272	316	Curva Circular	7158,78	7166,14	7,362		29
5b	1273		Clotoide	7166,14	7174,97	8,828	16	
5b	1274		Recta	7174,97	7183,23	8,256		

Benimuslem - Algemesí



	Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio	
Benimuslem - Algemesí	5b	1275		Clotoide	7183,23	7187,07	3,846	10		
	5b	1276	317	Curva Circular	7187,07	7193,66	6,583		26	
	5b	1277		Clotoide	7193,66	7198,31	4,654	11		
	5b	1278		Recta	7198,31	7201,6	3,293			
	5b	1279		Clotoide	7201,6	7205,52	3,92	14		
	5b	1280	318	Curva Circular	7205,52	7249,49	43,966		50	
	5b	1281		Clotoide	7249,49	7272,61	23,12	34		
	5b	1282		Recta	7272,61	7409,02	136,416			
	5b	1283		Clotoide	7409,02	7436,49	27,46	113		
	5b	1284	319	Curva Circular	7436,49	7534,67	98,189		465	
	5b	1285		Clotoide	7534,67	7561,65	26,976	112		
	5b	1286		Recta	7561,65	7607,54	45,888			
	5b	1287		Clotoide	7607,54	7639,65	32,111	96		
	5b	1288	320	Curva Circular	7639,65	7672,78	33,127		287	
	5b	1289		Clotoide	7672,78	7747,05	74,272	146		
	5b	1290		Recta	7747,05	7860,36	113,31			
	Algemesí - Silla	5b	1291		Clotoide	7860,36	7979,36	119	186,408	
		5b	1292	321	Curva Circular	7979,36	7980,88	1,52		292
5b		1293		Clotoide	7980,88	7988,88	8	48,332		
5b		1294		Recta	7988,88	8143,28	154,403			
5c1		1295		Recta	0	8,85	8,853			
5c1		1296		Clotoide	8,85	24,24	15,391	51		
5c1		1297	322	Curva Circular	24,24	62,73	38,488		169	
5c1		1298		Clotoide	62,73	125,51	62,775	103		
5c1		1299		Recta	125,51	275,89	150,387			
5c1		1300		Clotoide	275,89	313,33	37,44	83		
5c1		1301	323	Curva Circular	313,33	337,97	24,631		184	
5c1		1302		Clotoide	337,97	365,36	27,397	71		
5c1		1303		Recta	365,36	390,72	25,36			
5c1		1304		Clotoide	390,72	625,27	234,548	504		
5c1		1305	324	Curva Circular	625,27	666,79	41,517		1083	
5c1		1306		Clotoide	666,79	731,14	64,355	264		
5c1		1307		Recta	731,14	733,94	2,8			
5c1		1308		Clotoide	733,94	771,3	37,354	86		
5c1		1309	325	Curva Circular	771,3	818,18	46,881		198	
5c1		1310		Clotoide	818,18	852,97	34,793	83		
5c1	1311		Recta	852,97	886,79	33,824				
5c1	1312		Clotoide	886,79	912,43	25,641	113			
5c1	1313	326	Curva Circular	912,43	951,81	39,374		498		
5c1	1314		Clotoide	951,81	980,24	28,436	119			
5c1	1315		Recta	980,24	1006,84	26,599				
5c1	1316		Clotoide	1006,84	1031,22	24,381	32			
5c1	1317	327	Curva Circular	1031,22	1047,96	16,735		42		
5c1	1318		Clotoide	1047,96	1054,05	6,095	16			



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
5c1	1319		Recta	1054,05	1059,47	5,413		
5c1	1320		Clotoide	1059,47	1066,01	6,545	12	
5c1	1321	328	Curva Circular	1066,01	1088,06	22,043		22
5c1	1322		Clotoide	1088,06	1094,6	6,545	12	
5c1	1323		Recta	1094,6	1099,81	5,208		
5c1	1324		Clotoide	1099,81	1103,27	3,459	16	
5c1	1325	329	Curva Circular	1103,27	1137,63	34,366		74
5c1	1326		Clotoide	1137,63	1146,77	9,135	26	
5c1	1327		Recta	1146,77	1684,67	537,896		
5c1	1328		Clotoide	1684,67	1688,04	3,375	9	
5c1	1329	330	Curva Circular	1688,04	1695,89	7,853		24
5c1	1330		Clotoide	1695,89	1701,89	6	12	
5c1	1331		Recta	1701,89	1712,5	10,601		
5c1	1332		Clotoide	1712,5	1716,4	3,903	11	
5c1	1333	331	Curva Circular	1716,4	1737,31	20,914		31
5c1	1334		Clotoide	1737,31	1744,57	7,258	15	
5c1	1335		Recta	1744,57	1746,37	1,798		
5c1	1336		Clotoide	1746,37	1751,2	4,836	18	
5c1	1337	332	Curva Circular	1751,2	1764,11	12,904		67
5c1	1338		Clotoide	1764,11	1794,33	30,224	45	
5c1	1339		Recta	1794,33	1936,03	141,694		
5c1	1340		Clotoide	1936,03	1978,22	42,193	121	
5c1	1341	333	Curva Circular	1978,22	2002,23	24,006		347
5c1	1342		Clotoide	2002,23	2051,68	49,455	131	
5c1	1343		Recta	2051,68	2127,2	75,519		
5c1	1344		Clotoide	2127,2	2187,5	60,298	124	
5c1	1345	334	Curva Circular	2187,5	2214,45	26,952		255
5c1	1346		Clotoide	2214,45	2266,31	51,863	115	
5c1	1347		Recta	2266,31	2529,76	263,451		
5c1	1348		Clotoide	2529,76	2565,07	35,31	64	
5c1	1349	335	Curva Circular	2565,07	2576,54	11,463		116
5c1	1350		Clotoide	2576,54	2587,71	11,172	36	
5c1	1351		Recta	2587,71	2594,77	7,062		
5c1	1352		Clotoide	2594,77	2601,59	6,818	15	
5c1	1353	336	Curva Circular	2601,59	2622,7	21,107		33
5c1	1354		Clotoide	2622,7	2641,64	18,939	25	
5c1	1355		Recta	2641,64	2643,75	2,11		
5c1	1356		Clotoide	2643,75	2650,76	7,018	20	
5c1	1357	337	Curva Circular	2650,76	2677,39	26,627		57
5c1	1358		Clotoide	2677,39	2685,88	8,491	22	
5c1	1359		Recta	2685,88	2866,22	180,337		
5c1	1360		Clotoide	2866,22	2934,17	67,951	163	
5c1	1361	338	Curva Circular	2934,17	2966,03	31,865		391
5c1	1362		Clotoide	2966,03	2987,68	21,647	92	

Algemesi - Silla



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
5c1	1363		Recta	2987,68	3121,98	134,3		
5c1	1364		Clotoide	3121,98	3144,5	22,519	102	
5c1	1365	339	Curva Circular	3144,5	3212,27	67,769		462
5c1	1366		Clotoide	3212,27	3280,85	68,58	178	
5c1	1367		Recta	3280,85	3549,74	268,893		
5c1	1368		Clotoide	3549,74	3568,32	18,581	24	
5c1	1369	340	Curva Circular	3568,32	3579,24	10,918		31
5c1	1370		Clotoide	3579,24	3585,56	6,323	14	
5c1	1371		Recta	3585,56	3589,2	3,64		
5c1	1372		Clotoide	3589,2	3599,66	10,452	18	
5c1	1373	341	Curva Circular	3599,66	3627,68	28,028		31
5c1	1374		Clotoide	3627,68	3643,3	15,613	22	
5c1	1375		Recta	3643,3	3644,22	0,921		
5c1	1376		Clotoide	3644,22	3647,33	3,111	14	
5c1	1377	342	Curva Circular	3647,33	3671,08	23,748		63
5c1	1378		Clotoide	3671,08	3704,66	33,587	46	
5c1	1379		Recta	3704,66	5414,87	1710,202		
5c1	1380		Clotoide	5414,87	5464,77	49,905	147	
5c1	1381	343	Curva Circular	5464,77	5487,05	22,283		433
5c1	1382		Clotoide	5487,05	5516,02	28,97	112	
5c1	1383		Recta	5516,02	5958,92	442,893		
5c1	1384		Clotoide	5958,92	5977,48	18,561	35	
5c1	1385	344	Curva Circular	5977,48	6020,85	43,376		66
5c1	1386		Clotoide	6020,85	6030,32	9,47	25	
5c1	1387		Recta	6030,32	6033,51	3,184		
5c1	1388		Clotoide	6033,51	6040,77	7,259	14	
5c1	1389	345	Curva Circular	6040,77	6063,4	22,633		27
5c1	1390		Clotoide	6063,4	6079,73	16,333	21	
5c1	1391		Recta	6079,73	6083,87	4,135		
5c1	1392		Clotoide	6083,87	6097,66	13,796	26	
5c1	1393	346	Curva Circular	6097,66	6113,08	15,418		49
5c1	1394		Clotoide	6113,08	6130,25	17,163	29	
5c1	1395		Recta	6130,25	6605,61	475,368		
5c1	1396		Clotoide	6605,61	6641,37	35,757	141	
5c1	1397	347	Curva Circular	6641,37	6659,2	17,833		556
5c1	1398		Clotoide	6659,2	6687,31	28,103	125	
5c1	1399		Recta	6687,31	6795,09	107,785		
5c1	1400		Clotoide	6795,09	6822,5	27,414	131	
5c1	1401	348	Curva Circular	6822,5	6870,38	47,881		626
5c1	1402		Clotoide	6870,38	6903,51	33,125	144	
5c1	1403		Recta	6903,51	6974,38	70,875		
5c1	1404		Clotoide	6974,38	7010,73	36,344	138	
5c1	1405	349	Curva Circular	7010,73	7047,49	36,765		524
5c1	1406		Clotoide	7047,49	7054,36	6,87	60	

Algemesi - Silla



Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
5c1	1407		Recta	7054,36	7320,01	265,649		
5c1	1408		Clotoide	7320,01	7377,28	57,265	416	
5c1	1409	350	Curva Circular	7377,28	7390,31	13,035		3022
5c1	1410		Clotoide	7390,31	7524,16	133,85	636	
5c1	1411		Recta	7524,16	7843,33	319,164		
5c1	1412		Clotoide	7843,33	7887,97	44,643	150	
5c1	1413	351	Curva Circular	7887,97	7919,26	31,288		504
5c1	1414		Clotoide	7919,26	8042,28	123,018	249	
5c1	1415		Recta	8042,28	8508,98	466,7		
5c1	1416		Clotoide	8508,98	8562,04	53,066	75	
5c1	1417	352	Curva Circular	8562,04	8577,56	15,523		106
5c1	1418		Clotoide	8577,56	8587,22	9,66	32	
5c1	1419		Recta	8587,22	8591,99	4,766		
5c1	1420		Clotoide	8591,99	8597,93	5,939	14	
5c1	1421	353	Curva Circular	8597,93	8625,82	27,892		33
5c1	1422		Clotoide	8625,82	8637,94	12,121	20	
5c1	1423		Recta	8637,94	8641,39	3,442		
5c1	1424		Clotoide	8641,39	8647,28	5,896	25	
5c1	1425	354	Curva Circular	8647,28	8663,12	15,837		106
5c1	1426		Clotoide	8663,12	8725,01	61,896	81	
5c1	1427		Recta	8725,01	8772,17	47,153		
5c1	1428		Clotoide	8772,17	8776,39	4,224	96	
5c1	1429	355	Curva Circular	8776,39	8890,52	114,128		2182
5c1	1430		Clotoide	8890,52	8897,57	7,047	124	
5c1	1431		Recta	8897,57	8950,18	52,616		
5c1	1432		Clotoide	8950,18	8988,06	37,879	50	
5c1	1433	356	Curva Circular	8988,06	8999,07	11,006		66
5c1	1434		Clotoide	8999,07	9005,75	6,682	21	
5c1	1435		Recta	9005,75	9016,07	10,322		
5c1	1436		Clotoide	9016,07	9019,96	3,892	12	
5c1	1437	357	Curva Circular	9019,96	9040,01	20,045		37
5c1	1438		Clotoide	9040,01	9054,31	14,297	23	
5c1	1439		Recta	9054,31	9060,56	6,253		
5c1	1440		Clotoide	9060,56	9064,76	4,2	21	
5c1	1441	358	Curva Circular	9064,76	9100,02	35,265		105
5c1	1442		Clotoide	9100,02	9134,31	34,286	60	
5c1	1443		Recta	9134,31	9252,57	118,258		
5c1	1444		Clotoide	9252,57	9279,1	26,536	228	
5c1	1445	359	Curva Circular	9279,1	9371,65	92,546		1959
5c1	1446		Clotoide	9371,65	9456,21	84,558	407	
5c1	1447		Recta	9456,21	9519,81	63,604		
5c1	1448		Clotoide	9519,81	9596,7	76,885	331	
5c1	1449	360	Curva Circular	9596,7	9682,31	85,619		1425
5c1	1450		Clotoide	9682,31	9732,72	50,403	268	

Algemesi - Silla



	Tramo	Nº elemento	Nº Curva	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	A	Radio
Algermesí - Silla	5c1	1451		Recta	9732,72	9754,19	21,474		
	5c1	1452		Clotoide	9754,19	9761,07	6,874	80	
	5c1	1453	361	Curva Circular	9761,07	9808,74	47,67		931
	5c1	1454		Clotoide	9808,74	9825,52	16,783	125	
	5c1	1455		Recta	9825,52	9900,04	74,524		
	5c1	1456		Clotoide	9900,04	9965,44	65,399	95	
	5c1	1457	362	Curva Circular	9965,44	1042,81	77,364		138
	5c1	1458		Clotoide	1042,81	1109,59	66,783	96	
	5c1	1459		Recta	1109,59	1110,3	0,708		
	5c1	1460		Clotoide	1110,3	1158,81	48,515	70	
	5c1	1461	363	Curva Circular	1158,81	1186	27,185		101
	5c1	1462		Clotoide	1186	1267,99	81,99	91	
	5c1	1463		Recta	1267,99	1693,99	426,007		

*Unidades en metros



ANEXO II. DISTRIBUCIÓN DE LA VELOCIDAD EN LAS CURVAS ESTUDIADAS

2.1. Características estadísticas

A continuación, se muestran las diferentes características estadísticas de la distribución de la velocidad en la sección central de las curvas estudiadas.

		C11B01	C11B02	C11B03	C11B04	C11B05
Recuento		10	10	10	10	10
Promedio		25,8823598	23,6825785	20,0621856	21,1006828	21,6601169
Desviación		0,42877376	0,3965662	2,2327206	2,80651602	2,82533162
Varianza		0,18384694	0,15726475	4,98504127	7,87653215	7,98249876
Mínimo		24,9936562	23,2076496	15,9594673	14,1818503	14,7779473
Máximo		26,3238727	24,2744493	22,6368404	25,5217907	25,324674
Rango		1,33021654	1,06679963	6,6773731	11,3399404	10,5467267
Curtosis		0,72584997	-1,44744665	0,50991132	5,08189514	4,05503361
Sesgo		-1,14797759	0,42770287	-1,26640246	-1,51801669	-1,7229635
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,88299131	0,90346427	0,79953456	0,78201425	0,80362593
	Norm (p-valor)	0,141	0,239	0,014	0,009	0,016
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	No rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0	Rechazar H0	Rechazar H0

		C10201	C10202	C10203	C10204	C10205
Recuento		10	10	10	10	10
Promedio		21,3987358	31,5428306	22,2511964	22,4820707	11,8539194
Desviación		2,25780221	3,44530017	3,62279838	2,87566456	1,94478527
Varianza		5,09767083	11,8700933	13,1246681	8,26944668	3,78218975
Mínimo		17,7580591	24,1524297	14,8585301	16,6171048	9,30988909
Máximo		23,9413304	34,240876	26,2926972	25,675074	15,8205702
Rango		6,1832713	10,0884463	11,4341671	9,05796917	6,51068107
Curtosis		-1,09206114	0,93818367	0,41474975	0,68997837	0,64231547
Sesgo		-0,80013713	-1,3770863	-0,89992734	-1,04050848	0,7427686
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,84491502	0,78524662	0,91918294	0,89652937	0,95586712
	Norm (p-valor)	0,051	0,010	0,350	0,201	0,738
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	No rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0

		C10206	C10207	C10208	C13A01	C13A02
Recuento		10	10	10	10	10
Promedio		11,6402711	29,7575245	35,3186935	13,3574102	13,7920156
Desviación		1,86757951	1,80538386	3,845498	2,43120974	1,5815059



		C10206	C10207	C10208	C13A01	C13A02
Varianza		3,48785323	3,2594109	14,7878549	5,9107808	2,50116092
Mínimo		9,29367478	27,3940718	26,0917413	9,84041267	10,8915987
Máximo		14,6423162	32,7857882	40,1270725	16,9839476	15,6779415
Rango		5,34864141	5,39171648	14,0353312	7,1435349	4,78634279
Curtosis		-1,38486437	-0,55665537	3,53824214	-1,21090281	-0,70381928
Sesgo		0,19812388	0,65388577	-1,61275086	-0,12408361	-0,52143008
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,93156653	0,91963575	0,85698224	0,95391988	0,94162765
	Norm (p-valor)	0,463	0,354	0,070	0,715	0,571
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0

		C13A03	C13A04	C13A05	C13A06	C13A07
Recuento		10	10	10	10	10
Promedio		12,4131447	13,5617313	11,9275752	11,5622742	11,3778133
Desviación		1,56532904	2,06046996	1,41165904	2,37984481	2,29019265
Varianza		2,45025501	4,24553645	1,99278126	5,6636613	5,24498238
Mínimo		9,77845791	10,8407833	9,30149946	8,39727302	6,18950886
Máximo		15,073348	18,1096773	14,4828949	15,8168543	14,7083416
Rango		5,29489011	7,26889407	5,18139541	7,41958132	8,51883274
Curtosis		-0,32310089	1,82562248	0,94562252	-0,70340043	2,68051852
Sesgo		0,06646208	1,10315386	-0,08681108	0,37373401	-1,03920299
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,97810533	0,9331224	0,9771306	0,95922422	0,90489148
	Norm (p-valor)	0,954	0,479	0,948	0,777	0,248
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0

		C13A08	C13B01	C13B02	C13B03	C14A01
Recuento		10	10	10	10	12
Promedio		11,2727254	27,5561604	22,7388486	18,308672	56,4614059
Desviación		1,5322259	3,20431253	4,27558364	4,372106	4,87027367
Varianza		2,3477162	10,2676188	18,2806155	19,1153109	23,7195656
Mínimo		8,53159304	22,6937404	16,8307784	14,7467891	46,9080933
Máximo		13,5137053	33,7239424	30,5051202	29,7287811	64,1527482
Rango		4,98211223	11,030202	13,6743417	14,981992	17,2446549
Curtosis		-0,27044086	0,41449914	-0,3974885	6,0777517	-0,1142973
Sesgo		-0,3987103	0,26168278	0,17213412	2,2614663	-0,42471332
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,97698598	0,94781364	0,93302161	0,72560325	0,98073629
	Norm (p-valor)	0,947	0,643	0,478	0,002	0,986
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0



		C14A02	C14C01	C14C02	C14C03	C14D01
Recuento		12	12	12	12	12
Promedio		56,7989539	45,6179154	26,5549513	43,8494124	48,6675438
Desviación		7,57953182	3,81817204	2,60675151	1,9724046	2,29001213
Varianza		57,4493027	14,5784378	6,79515341	3,89037991	5,24415555
Mínimo		47,5279444	37,7202759	22,365756	40,1764889	44,8631755
Máximo		76,5010596	50,8796457	31,0288754	46,0900768	51,1101843
Rango		28,9731152	13,1593698	8,66311939	5,91358786	6,24700882
Curtosis		3,70511485	0,16687566	-0,47263259	0,25038612	-1,65154199
Sesgo		1,60361329	-0,51149082	0,23065239	-1,0348848	-0,23183899
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,86420624	0,96768242	0,97046453	0,87593772	0,85765187
	Norm (p-valor)	0,055	0,885	0,916	0,078	0,046
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0

		C14D02	C14D03	C14D04	C14D05	C14D06
Recuento		12	12	12	12	12
Promedio		41,8943365	49,0321954	44,2573734	44,4327583	45,5235272
Desviación		2,24663421	4,20601778	7,71652646	8,89856331	10,6067626
Varianza		5,04736526	17,6905855	59,5447805	79,184429	112,503412
Mínimo		38,2797334	40,2044102	28,4491492	27,4031827	26,9508239
Máximo		44,4288737	53,7435327	50,6480073	56,8358921	65,1981068
Rango		6,14914033	13,5391225	22,198858	29,4327094	38,2472829
Curtosis		-1,39560547	1,47030326	1,56915394	0,62409627	0,71410417
Sesgo		-0,69928481	-1,51159371	-1,66706453	-1,05226519	-0,37209461
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,82702982	0,79077579	0,71253558	0,8766234	0,91558122
	Norm (p-valor)	0,019	0,007	0,001	0,079	0,251
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	Rechazar H0	Rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0

		C14D07	C2PM01	C2PM02	C2PM03	C2PM04
Recuento		12	28	28	28	28
Promedio		41,1718104	35,7775304	24,506694	19,1114638	19,9507113
Desviación		7,33081453	1,28848973	1,40569975	0,81857705	1,23175029
Varianza		53,7408416	1,66020579	1,9759918	0,67006838	1,51720878
Mínimo		28,0593206	34,1385786	21,8129326	16,0804864	16,9203553
Máximo		47,5097073	39,4757643	26,0900571	20,4791168	23,3790439
Rango		19,4503866	5,33718579	4,27712446	4,39863045	6,45868855
Curtosis		-0,54449403	1,66913775	-0,99568435	6,34009788	1,98735956
Sesgo		-0,90714901	1,24016421	-0,87612134	-1,91500093	0,37326477



		C14D07	C2PM01	C2PM02	C2PM03	C2PM04
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,8097922	0,89310773	0,78423442	0,84468795	0,9554542
	Norm (p-valor)	0,012	0,008	<0,0001	0,001	0,271
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	Rechazar H0	Rechazar H0	Rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0

		C2PM05	C2PM06	C2PM07	C2PM08	C2PM09
Recuento		28	28	28	28	28
Promedio		19,1629639	32,6358288	13,4595856	19,4298179	16,1382349
Desviación		1,31194073	2,70550814	5,18398355	2,68809949	1,95939439
Varianza		1,72118847	7,3197743	26,8736855	7,22587885	3,83922638
Mínimo		15,0579488	21,7656565	8,0911558	12,8472614	11,5263282
Máximo		22,9772915	39,717018	30,4503193	24,4305241	18,7774794
Rango		7,91934271	17,9513615	22,3591635	11,5832627	7,25115123
Curtosis		4,74232058	10,9778029	5,50016409	0,10562135	0,41696097
Sesgo		-0,15626216	-1,9164494	2,27158165	-0,34077918	-1,19779747
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,89020433	0,69262698	0,73464168	0,97874162	0,82234574
	Norm (p-valor)	0,007	<0,0001	<0,0001	0,819	0,000
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	Rechazar H0	Rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0

		C2PM10	C2PM11	C22A201	C22C01	C22C02
Recuento		28	28	28	28	28
Promedio		18,1643836	19,2174879	27,8332063	35,8448739	39,0288903
Desviación		2,67278938	2,55314899	1,99230221	0,79907632	0,96073729
Varianza		7,14380307	6,51856976	3,96926809	0,63852296	0,92301614
Mínimo		10,3083768	13,3143162	23,7961965	34,5733415	37,0044168
Máximo		21,1717543	21,9334191	32,3401441	37,0347807	41,0329298
Rango		10,8633775	8,61910287	8,5439476	2,46143915	4,028513
Curtosis		1,39413094	0,81510819	-0,03450033	-1,29156939	0,10083283
Sesgo		-1,29183752	-1,47942159	0,29824635	0,02884437	0,41956811
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,8559156	0,72681208	0,98590472	0,93453176	0,94169721
	Norm (p-valor)	0,001	<0,0001	0,961	0,080	0,122
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	Rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0



		C22C03	C22C04	C22C05	C22C06	C22C07
Recuento		28	28	28	28	28
Promedio		39,1517259	39,9982353	36,5329513	33,059915	35,3351751
Desviación		1,52630404	1,31501035	0,82253236	0,96884126	0,41668992
Varianza		2,32960403	1,72925222	0,67655949	0,93865339	0,17363049
Mínimo		37,1377588	35,757028	35,4195693	31,9706619	34,5770303
Máximo		44,3426992	42,4000024	38,4640533	37,2960564	36,235054
Rango		7,20494041	6,64297438	3,04448404	5,3253945	1,65802365
Curtosis		4,08684244	2,97203787	-0,53945475	14,0820626	-0,40215668
Sesgo		1,61328993	-0,97512407	0,44220727	3,43179922	0,28218232
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,8626669	0,93109904	0,9555181	0,61696262	0,97374417
	Norm (p-valor)	0,002	0,066	0,272	<0,0001	0,684
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	Rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0

		C22C08	C22C09	C24B01	C24B02	C24B03
Recuento		28	28	19	19	19
Promedio		38,2926769	36,4671713	36,534278	32,084346	33,3508222
Desviación		1,70917114	1,07948295	5,05641293	3,32953936	3,73588985
Varianza		2,92126598	1,16528345	25,5673117	11,0858323	13,956873
Mínimo		36,0348493	35,5956913	21,7741881	26,8811087	24,6416728
Máximo		42,6025005	41,6282751	45,6701005	42,2987926	41,0178657
Rango		6,56765124	6,0325838	23,8959124	15,4176839	16,3761929
Curtosis		-0,37911156	20,8750717	3,27760647	4,25152093	1,29065618
Sesgo		0,56726053	4,3346553	-1,14665848	1,31684832	-0,33664975
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,91641738	0,4854217	0,92221203	0,87599674	0,95154516
	Norm (p-valor)	0,028	<0,0001	0,124	0,018	0,420
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	Rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0

		C24B04	C24B05	C25A01	C25A02	C25A03
Recuento		19	19	24	24	24
Promedio		34,2935793	44,0396455	29,8909624	39,9139284	36,5094345
Desviación		4,27333156	4,24973847	14,6339552	3,00821801	1,3475227
Varianza		18,2613626	18,0602771	214,152646	9,0493756	1,81581744
Mínimo		24,2431408	32,4357343	-7,67423595	34,5984668	35,1158911
Máximo		42,9237964	52,5546701	47,4158063	46,1285748	39,7070173
Rango		18,6806556	20,1189358	55,0900422	11,530108	4,59112624
Curtosis		0,81989149	2,41374498	1,93945427	-0,29991626	0,51803519
Sesgo		-0,46043494	-0,57355408	-1,51965821	0,04557638	1,25368921



		C24B04	C24B05	C25A01	C25A02	C25A03
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,97187772	0,92798144	0,83050553	0,96939021	0,83063723
	Norm (p-valor)	0,813	0,159	0,001	0,652	0,001
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	No rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0

		C25A04	C25A05	C25A06	C25A07	C25A08
Recuento		24	24	24	24	24
Promedio		35,1752987	29,7153602	23,5595936	28,3755566	32,6493604
Desviación		0,86512898	2,6101223	2,8315197	1,59195972	1,78399084
Varianza		0,74844815	6,81273841	8,01750379	2,53433576	3,18262332
Mínimo		33,2817229	25,2121346	15,0524174	26,8738547	28,3652656
Máximo		37,0625665	33,873065	27,4997282	33,4158065	36,5920882
Rango		3,78084359	8,66093041	12,4473109	6,54195173	8,22682267
Curtosis		0,74429037	-0,83547538	2,4181713	5,2331001	0,75205457
Sesgo		-0,53936824	-0,18078351	-1,41391605	2,27672349	-0,08196237
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,93526777	0,95519574	0,87625051	0,72112563	0,96429007
	Norm (p-valor)	0,128	0,350	0,007	<0,0001	0,530
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	No rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0	Rechazar H0	No rechazar H0

		C25B01	C25C101	C25C102	C25C103	C25C104
Recuento		25	25	25	25	25
Promedio		34,8499471	34,6688682	39,5820497	40,591725	41,9591511
Desviación		0,61547784	0,66709644	0,43406871	0,42440422	2,63646328
Varianza		0,37881297	0,44501767	0,18841564	0,18011894	6,95093865
Mínimo		33,8393101	33,8054696	38,4564298	39,1963637	38,743431
Máximo		36,1036371	35,9955157	40,4817823	41,2760826	51,2455844
Rango		2,26432706	2,19004608	2,02535246	2,07971891	12,5021534
Curtosis		-0,77447737	-1,095277	0,82717268	3,90040645	7,64630083
Sesgo		0,35783586	0,39582258	-0,40084407	-1,27545907	2,59977592
Prueba normalidad	Estadístico W (Shapiro-Wilk)	0,96753317	0,9198244	0,9807098	0,89640628	0,61715147
	Norm (p-valor)	0,583	0,051	0,899	0,015	<0,0001
	Significancia	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	Resultado	No rechazar H0	No rechazar H0	No rechazar H0	Rechazar H0	Rechazar H0

2.2. Análisis Papel Probabilístico Normal

En este apartado se muestra la representación en Papel Probabilístico Normal de aquellas curvas en las que no se ha podido aceptar con más de un 90% de confianza que siguen una distribución normal según el test de Shapiro-Wilk.

En los siguientes gráficos se puede observar como la distribución de la velocidad en las curvas se asemeja a una distribución normal, en la mayoría de los casos.

