



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos

Estudios para el acondicionamiento de la carretera CV-585  
entre el P.K. 1+450 (T.M. de Enguera) y el P.K. 6+000  
(T.M. de Alcudia de Crespins), en la provincia de Valencia

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Civil

AUTOR/A: Iserte Pastor, David

Tutor/a: Camacho Torregrosa, Francisco Javier

CURSO ACADÉMICO: 2025/2026



## ÍNDICE

### DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

#### MEMORIA

#### ANEJO Nº1. LOCALIZACIÓN Y ANTECEDENTES

#### ANEJO Nº2. TRAZADO GEOMÉTRICO ACTUAL

#### ANEJO Nº3. GEOLOGÍA Y GEOTECNICA

#### ANEJO Nº4. HIDROLOGÍA Y DRENAJE

#### ANEJO Nº5. SEGURIDAD VIAL

#### ANEJO Nº6. DISEÑO GEOMÉTRICO

#### ANEJO Nº7. ESTUDIO DEL TRÁFICO

#### ANEJO Nº8. FIRMES Y PAVIMENTOS

#### ANEJO Nº9. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

#### ANEJO Nº10. VALORACIÓN ECONÓMICA

#### ANEJO Nº11. GESTIÓN DE RESIDUOS

#### ANEJO Nº12. ODS

### DOCUMENTO Nº2. PLANOS





ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000 (T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA



RESUMEN EJECUTIVO

|      | CONCEPTO                                                                    | Desarrollo en castellano/valenciano                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | CONCEPT                                                              | Desarrollo en inglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ¿Dónde? (páginas)<br>Where? (pages) |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.   | IDENTIFICAR:                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | IDENTIFY:                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |
| 1.1. | Planteamiento del problema y oportunidad                                    | La carretera CV-585 entre el P.K. 1+450 y el P.K. 6+000 presenta un trazado geométrico inadecuado, falta de visibilidad, seguridad vial e inconsistencia en varios tramos de su recorrido.                                                                                                                                                   | Problem statement and opportunity                                    | The CV-585 highway between P.K. 1+450 and P.K. 6+000 presents an inadequate geometric alignment, lack of visibility, road safety issues, and consistency issues along multiple sections of its alignment.                                                                                                                               | Páginas/ Pages 7;                   |
| 1.2. | Restricciones (normas, códigos, necesidades, requisitos y especificaciones) | El estudio está limitado por la orografía de la zona y condicionado por la normativa vigente de la Instrucción de carreteras, el PG3 y el Highway Capacity Manual (HCM).                                                                                                                                                                     | Constraints (standards, codes, needs, requirements & specifications) | The study is limited by the orography of the area and subject to the current regulations set forth in the Highway Instruction and the PG3.                                                                                                                                                                                              | Páginas/ Pages 34; 72; 114; 125     |
| 1.3. | Establecimiento de objetivos                                                | Crear un diseño que mejore la consistencia del trazado y que garantice la seguridad vial y la comodidad de los usuarios a lo largo de todo el trayecto, además de reducir la aparición de fatiga. Todo ello fomentando el cumplimiento con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).                                                     | Setting of goals                                                     | Create a design that improves the consistency of the route and ensures road safety and user comfort along the entire route, while also reducing the appearance of fatigue. All of this while promoting compliance with the Sustainable Development Goals (SDGs).                                                                        | Páginas/ Pages 6; 159               |
| 2.   | FORMULAR:                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | FORMULATE:                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |
| 2.1. | Generación de soluciones creativas (análisis)                               | Mejora del trazado geométrico, ampliación de la sección transversal, mejora de la visibilidad en curvas mediante el ensanchamiento de los arcenes, y adaptación de accesos.                                                                                                                                                                  | Creative solution generation (analysis)                              | Improvements to the road alignment, widening of the cross-section, improved visibility on curves by widening the shoulders, and modifications to road accesses.                                                                                                                                                                         | Páginas/ Pages 107-110; 139-144     |
| 2.2. | Evaluación de múltiples soluciones y toma de decisiones (síntesis)          | Estudio de alternativas y análisis multicriterio con reparto objetivo de pesos para los distintos criterios y subcriterios según su importancia, evaluando las diversas alternativas según el cumplimiento con la normativa, la seguridad y comodidad, y el impacto ambiental y económico, con la posterior selección del diseño definitivo. | Evaluation of multiple solutions and decision-making (synthesis)     | Study of alternatives and multi-criteria analysis with objective weighting of the various criteria and sub-criteria based on their importance, evaluating the different alternatives in terms of compliance with regulations, safety and comfort, and environmental and economic impact, followed by the selection of the final design. | Páginas/ Pages 135-147              |
| 3.   | RESOLVER:                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SOLVE:                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |
| 3.1. | Cumplimiento de objetivos                                                   | El acondicionamiento cumple con los objetivos establecidos mediante la creación de un diseño consistente, que mejora la visibilidad y los accesos a lo largo de su recorrido.                                                                                                                                                                | Fulfilment of goals                                                  | The refurbishment fulfils the objectives set by creating a consistent design that improves visibility and road accesses along the entire route.                                                                                                                                                                                         | Páginas/ Pages 22; 94-110           |



ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE Crespins), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA



|      |                                                                       |                                                                                                                                                                                                 |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                      |
|------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 3.2. | Impacto global y alcance (contribuciones y recomendaciones prácticas) | Refuerzo de la seguridad vial en un tramo de intensidad creciente y mejora de la movilidad sostenible, minimizando el impacto ambiental y económico, y fomentando la eficiencia del transporte. | Overall impact and significance (contributions and practical recommendations) | Reinforcement of road safety on a section of road with increasing traffic volume and improvement of sustainable mobility, while minimizing environmental and economic impacts and promoting transportation efficiency. | Páginas/ Pages 94-98 |
|------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|



# DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

ESTUDIO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450  
Y EL P.K. 6+000 (VALENCIA)

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026



## ÍNDICE

|                                         |           |                                                    |           |
|-----------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. OBJETO DEL PROYECTO .....</b>     | <b>1</b>  | 8.2 ALTERNATIVA 2 .....                            | 13        |
| <b>2. LOCALIZACIÓN .....</b>            | <b>1</b>  | 8.3 ALTERNATIVA 3 .....                            | 14        |
| <b>3. ANTECEDENTES.....</b>             | <b>2</b>  | 8.4 ANÁLISIS MULTICRITERIO .....                   | 15        |
| <b>4. SITUACIÓN ACTUAL .....</b>        | <b>2</b>  | <b>9. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE .....</b> | <b>16</b> |
| 4.1 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO .....      | 2         | <b>10. VALORACIÓN ECONÓMICA .....</b>              | <b>16</b> |
| 4.2.1 CLASIFICACIÓN DEL SUELO .....     | 2         | <b>11. GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>               | <b>16</b> |
| 4.2.2 ZONIFICACIÓN DEL SUELO .....      | 2         | <b>12. CONCLUSIONES.....</b>                       | <b>17</b> |
| 4.2 ESTADO DE LA CALZADA .....          | 3         | <b>13. BIBLIOGRAFÍA .....</b>                      | <b>17</b> |
| 4.3 ANÁLISIS GEOMÉTRICO .....           | 4         |                                                    |           |
| 4.4 CONSISTENCIA .....                  | 4         |                                                    |           |
| 4.5 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....          | 5         |                                                    |           |
| 4.6.1 ANÁLISIS GEOLÓGICO .....          | 5         |                                                    |           |
| 4.6.2 ANÁLISIS GEOTÉCNICO .....         | 6         |                                                    |           |
| 4.6 HIDROLOGÍA.....                     | 6         |                                                    |           |
| <b>5. ESTUDIO DEL TRÁFICO.....</b>      | <b>6</b>  |                                                    |           |
| 5.1 INTENSIDAD MEDIA DIARIA .....       | 6         |                                                    |           |
| 5.2 NIVEL DE SERVICIO.....              | 7         |                                                    |           |
| <b>6. FIRMES Y PAVIMENTO .....</b>      | <b>7</b>  |                                                    |           |
| <b>7. DISEÑO GEOMÉTRICO .....</b>       | <b>9</b>  |                                                    |           |
| 7.1 MEJORAS EN EL TRAZADO .....         | 9         |                                                    |           |
| 7.2 VISIBILIDAD.....                    | 10        |                                                    |           |
| 7.3 SECCIÓN TRANSVERSAL.....            | 11        |                                                    |           |
| 7.4 BOMBEO Y PERALTE .....              | 11        |                                                    |           |
| 7.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....         | 11        |                                                    |           |
| 7.6 MOVILIDAD DE ACCESOS.....           | 11        |                                                    |           |
| <b>8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....</b> | <b>12</b> |                                                    |           |
| 8.1 ALTERNATIVA 1 .....                 | 12        |                                                    |           |



## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene como objetivo el estudio para el acondicionamiento de la carretera CV-585 entre los P.K. 1+450 y 6+000, y situada entre los municipios de Enguera y Alcudia de Crespins, en la provincia de Valencia.

Se dispondrá de toda la información necesaria para el correcto dimensionamiento de cada una de las alternativas, realizando los estudios pertinentes y recurriendo a toda la normativa vigente que se disponga su determinación.

Se trata de una carretera autonómica de nivel 1, perteneciente al grupo de vías más importantes de la comunidad autónoma, con una relevancia cada vez mayor debido al interés turístico de la zona y al crecimiento poblacional, justificando la necesidad de disponer la mejora de la vía y promover una mayor seguridad y comodidad para los usuarios.

Este Trabajo de Fin de Grado es el medio último para la obtención del título de Ingeniero Civil otorgado por la Universidad Politécnica de Valencia.

## 2. LOCALIZACIÓN

La CV-585 se sitúa al sur de la provincia de Valencia, entre las comarcas de la Costera y la Canal de Navarrés. El tramo de carretera objeto de estudio sirve de unión entre el municipio de Enguera y el municipio de Alcudia de Crespins, además de servir de enlace para la llegada al municipio de Anna, de gran presencia turística.

Al inicio del tramo, en su P.K. más bajo, interseca con la carretera CV-580, mientras que el final del tramo desemboca en una glorieta, con uniones hacia la autovía A-35 o enlazando con la continuidad de la carretera CV-585 hasta su intersección con la carretera CV-5851, además de tener salida hacia una carretera agrícola.

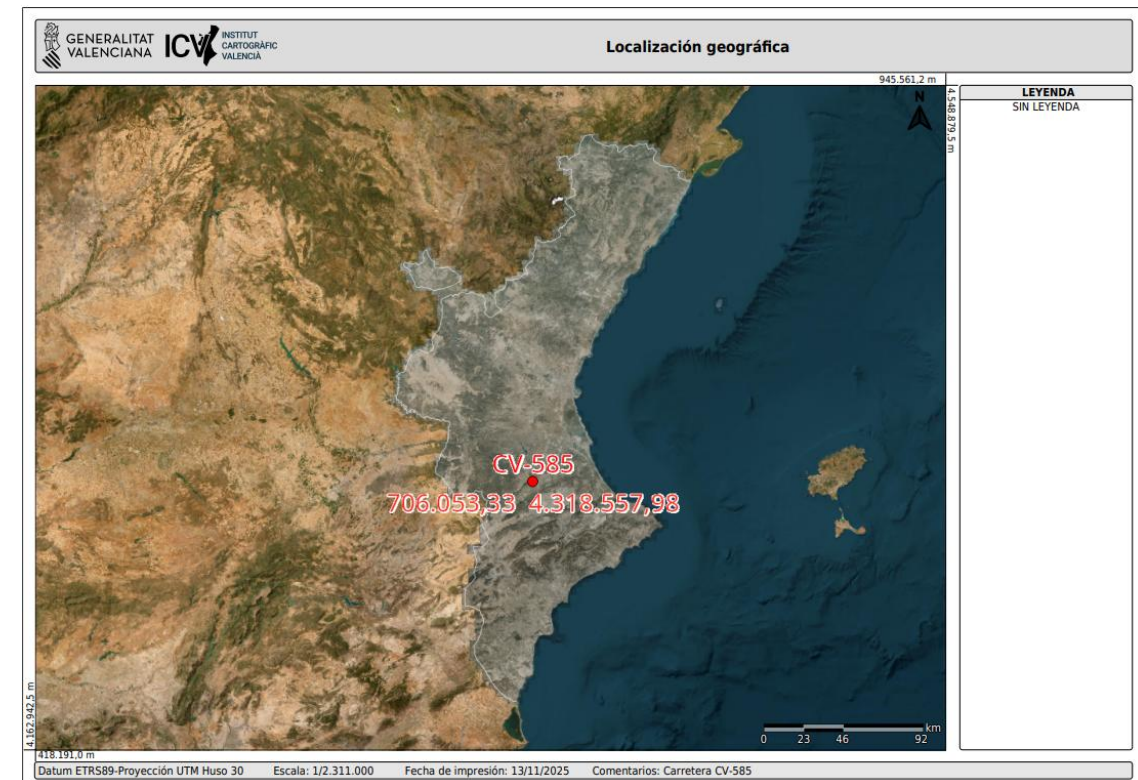


Figura 1. Localización geográfica. Fuente: Visor Cartográfico GVA

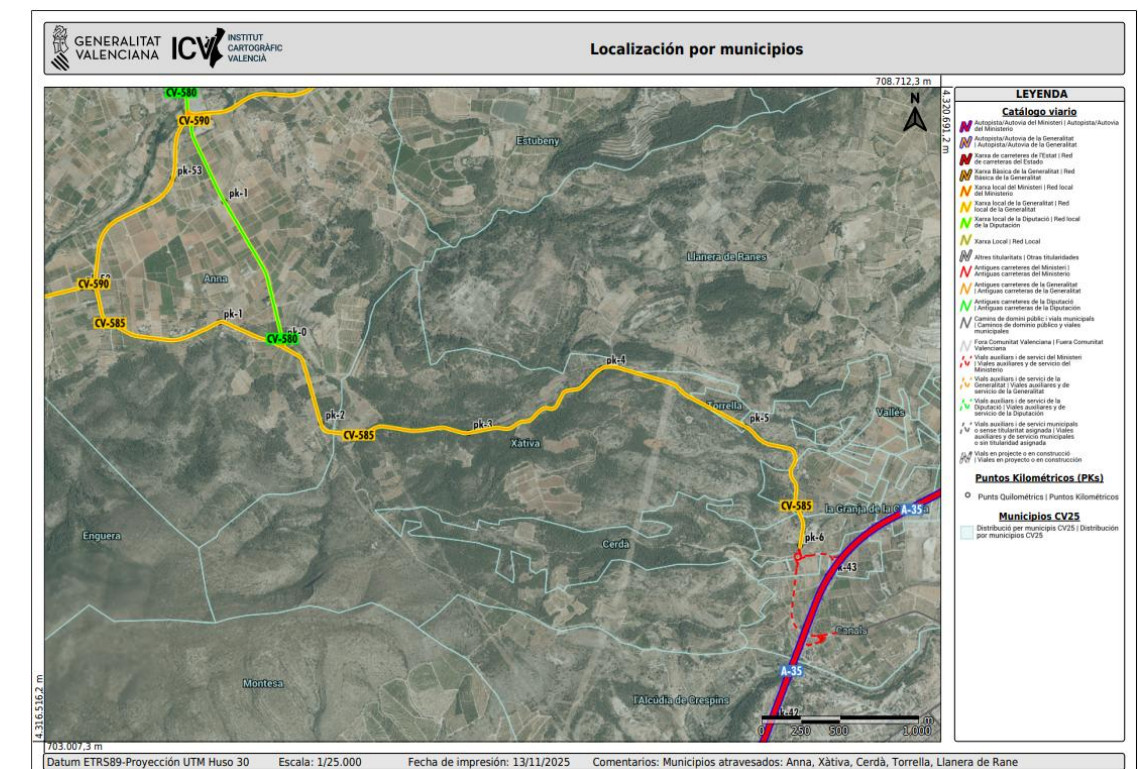


Figura 2. Localización por municipios. Fuente: Visor Cartográfico GVA

### 3. ANTECEDENTES

Desde la unión de la carretera CV-585 con la autovía A-35 a finales de los años 90, la intensidad diaria se ha incrementado con el paso de los años.

La carretera ha recibido diversas modificaciones en los años recientes, centrándose en la adecuación del firme mediante la ejecución de parches y sellado de grietas, con tramos con un mantenimiento continuo de hasta 200 metros.

Los vehículos recorren el tramo en sentido descendente desde Alcudia de Crespins hasta la intersección con la CV-580 en el P.K. 1+450, donde el volumen de vehículos que continúan por la vía principal es del 40%.

Los problemas en el trazado geométrico también son visibles, presentando deficiencias en la consecución de las alineaciones curvas con algunos radios inferiores al mínimo recomendado por la normativa y con tramos de visibilidad insuficiente, entre otros, provocando una falta de seguridad en los usuarios que transitan asiduamente la carretera.

Los datos de accidentalidad registrados desde el 2012 no registran ningún accidente con víctimas mortales. Sin embargo, si se tienen datos de accidentes producidos, con la última fecha correspondiente al año 2020, cuando se produjo un accidente con 1 herido grave y 6 heridos leves.

Con el aumento de la densidad de vehículos que circulan por la carretera CV-585 estos datos podrían incrementarse en los próximos años, siendo necesario un estudio de acondicionamiento que aumente la seguridad en el trazado.

## 4. SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Para la correcta realización del trabajo, es necesario conocer los usos del suelo y el entorno en que está ubicada la carretera objeto de estudio. Para ello, se han obtenido los datos necesarios a través del Instituto Cartográfico de Valencia (ICV) y del visor de la Generalitat Valenciana.

### 4.2.1 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

En la “Figura 3” podemos observar la clasificación del suelo, dónde la caracterización en verde, comprendiendo la mayor extensión en los alrededores de la CV-585, corresponde a suelo no urbanizable protegido, debido a la presencia de bosques forestales, mientras que la caracterización blanca se corresponde con suelo no urbanizable común, dónde se distinguen las plantaciones agrícolas locales.

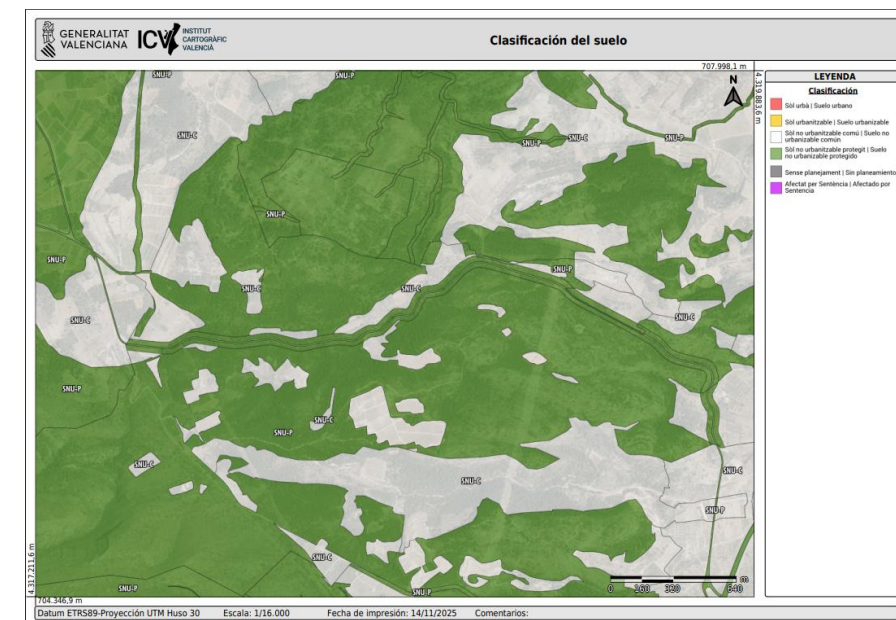


Figura 3. Clasificación del suelo. Fuente: Visor Cartográfico GVA

### 4.2.2 ZONIFICACIÓN DEL SUELO

La totalidad del tramo de estudio está comprendido en una zona rural. Al observar la “Figura 4” se distinguen varias zonas. La extensión en verde se corresponde con la zona rural protegida tanto a nivel nacional como municipal. Por otro lado, la extensión blanca se corresponde con la zona rural forestal, mientras que la extensión naranja pertenece a una zona de carretera protegida, correspondiente con la carretera CV-585.



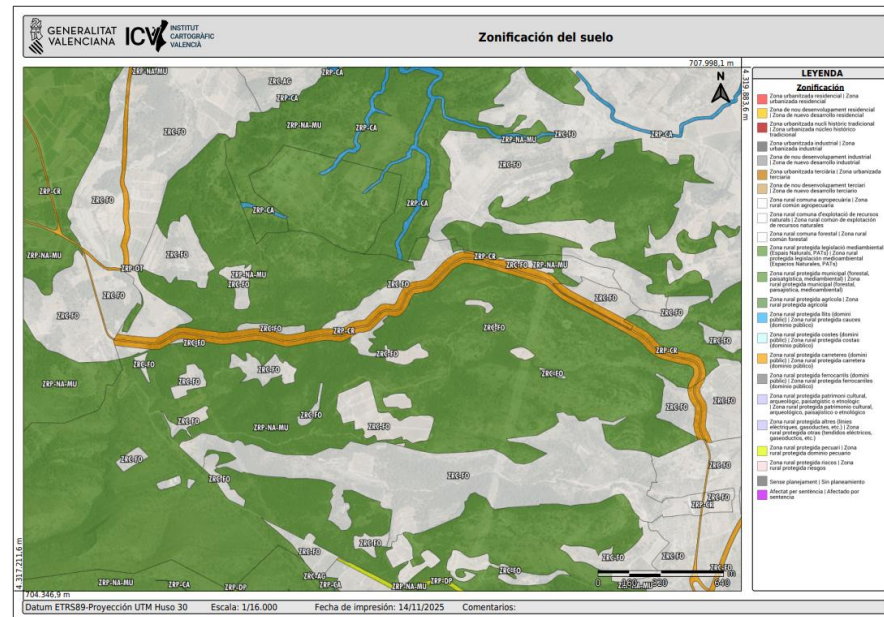


Figura 4. Zonificación del suelo. Fuente: Visor Cartográfico GVA

## 4.2 ESTADO DE LA CALZADA

A lo largo del trazado, se han observado numerosas imperfecciones en el estado del pavimento, así como diversas actuaciones sobre el firme realizadas debido al deterioro del pavimento.

Se pueden distinguir en gran parte del tramo un deterioro en la banda de rodadura en el carril en sentido ascendente, presentando un aspecto muy distinto al otro carril. También se observan grietas longitudinales y transversales en varios tramos de la carretera, así como grietas de cocodrilo, pudiendo suponer un problema más profundo en la estructura del pavimento.



Figura 5. Diferencia de desgaste entre carriles. Fuente: Google Maps

A lo largo de todo el recorrido, se han llevado a cabo actuaciones de rehabilitación superficial. En su mayoría se tratan de actuaciones de sellado de entre 5 y 25 metros, exceptuando casos excepcionales donde fueron sellados entre 70 y 200 metros de asfalto continuo, gran parte ejecutados en el sentido ascendente de la vía. También se han realizado actuaciones de sellado de grietas longitudinales y transversales. Se puede observar en la “Figura 6” un ejemplo de dicha problemática.



Figura 6. Sellado de grietas. Fuente: Google Maps

#### 4.3 ANÁLISIS GEOMÉTRICO

El estudio del trazado geométrico actual evidencia los problemas existentes, ya que tan sólo el 58% de las alineaciones cumple con lo estipulado en la Norma 3.1-IC de Trazado.

Se puede observar la existencia de curvas circulares con radios de curvatura inferiores a 50 metros, además de la falta de curvas de transición en algunas de ellas debido a la gran consecución de curvas, sobre todo en el tramo más sinuoso de la carretera.

Esto genera en los usuarios una falta de comodidad al recorrer dicho tramo, pudiendo generar fatiga ante la falta de progresión en el trayecto. Además, provoca diferencias significativas en la velocidad de operación entre dos alineaciones consecutivas., como se puede observar en el siguiente gráfico.

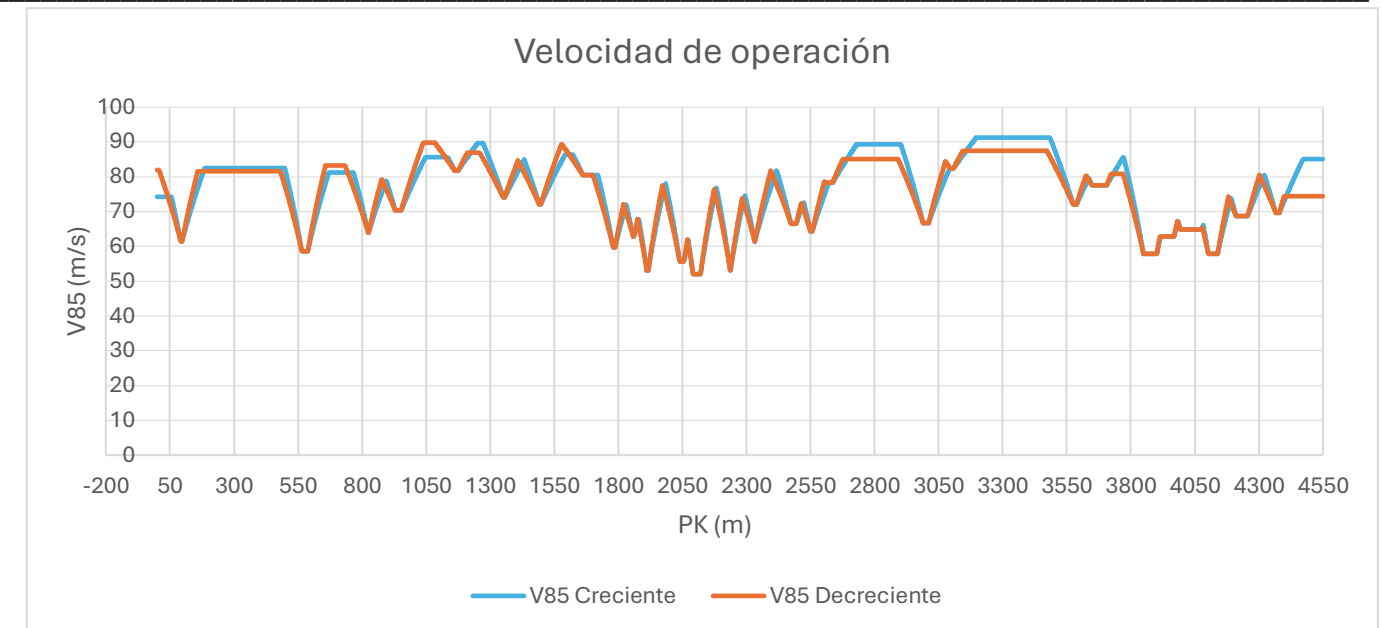


Figura 7. Perfil de velocidades de operación en sentido creciente y decreciente. Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 CONSISTENCIA

La consistencia en una carretera consiste en el grado de adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento de la carretera, y un diseño consistente busca conseguir que los conductores se encuentren a lo largo de la carretera con aquello que esperan a partir de esas expectativas. Para su análisis se tienen en cuenta dos tipos de consistencia.

La consistencia local analiza la diferencia de velocidad en elementos aislados, detectando problemas localizados de consistencia en una carretera. Para el presente proyecto se utilizará el Criterio II de Lamm et al. (1998), que mide la reducción de la velocidad de operación entre elementos consecutivos y clasifica la consistencia local según el valor obtenido.

Por otro lado, para la estimación de la consistencia global se recurre a la utilización del Modelo de consistencia de Camacho-Torregrosa (2015), compuesto por dos variables: la velocidad de operación media y la tasa de deceleración media.

Todos los valores de consistencia se obtienen a través del estado de alineaciones proporcionado por el software "Autodesk Civil 3D" y a través de la velocidad de operación que se obtiene mediante el software "Perfil V85", proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho.



Estos criterios no se cumplen a lo largo del trazado, siendo una característica de obligado cumplimiento para poder considerar una alternativa como válida en el estudio de alternativas.

#### 4.5 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Se procederá al análisis de las características geológicas y geotécnicas del terreno, y se obtendrá el tipo de suelo que soportará el firme, además de los parámetros geotécnicos que definirán la estabilidad de los taludes y la capacidad portante del terreno. Todo ello se detalla en el Anejo nº3 de Geología y geotecnia.

##### 4.6.1 ANÁLISIS GEOLÓGICO

Con el fin de determinar las características geológicas del suelo, se ha hecho uso del mapa cartográfico proporcionado por la web del Instituto Geológico Minero de España (IGME), del cual se ha podido extraer los diferentes materiales del suelo que atraviesa la carretera a estudiar.

Entre los materiales identificados podemos encontrar travertinos (371), arcillas rojas, calizas y conglomerados (342), dolomías y margas dolomíticas (172), margas azules (315) y arcillas abigarradas, margas yesíferas y yesos (15).

Como podemos observar en la leyenda de la Figura 8, y comparando con las capas geológicas más superficiales de la zona (ver Figura 7), los materiales pertenecen a los períodos cuaternario, terciario y hasta encontramos capas del período cretácico.

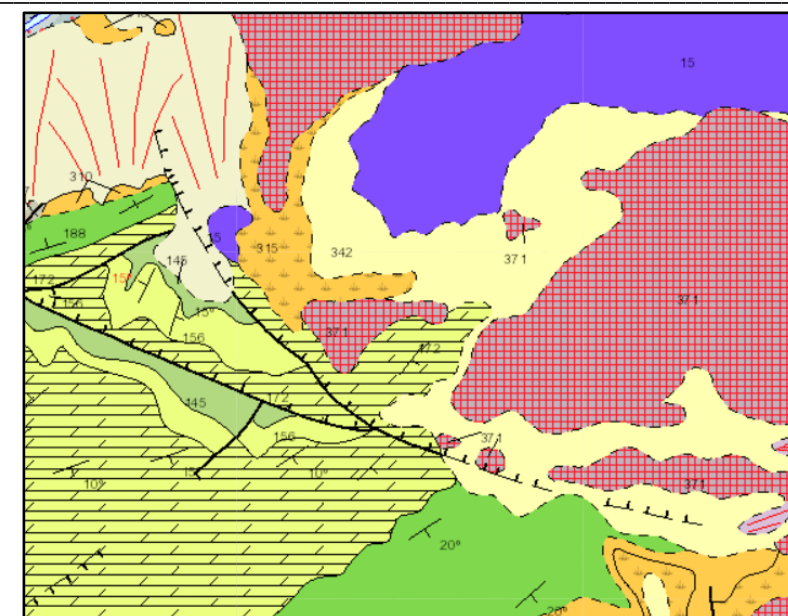


Figura 8. Mapa geológico de España. Hoja 794. Fuente: Instituto Geológico Minero de España (IGME)

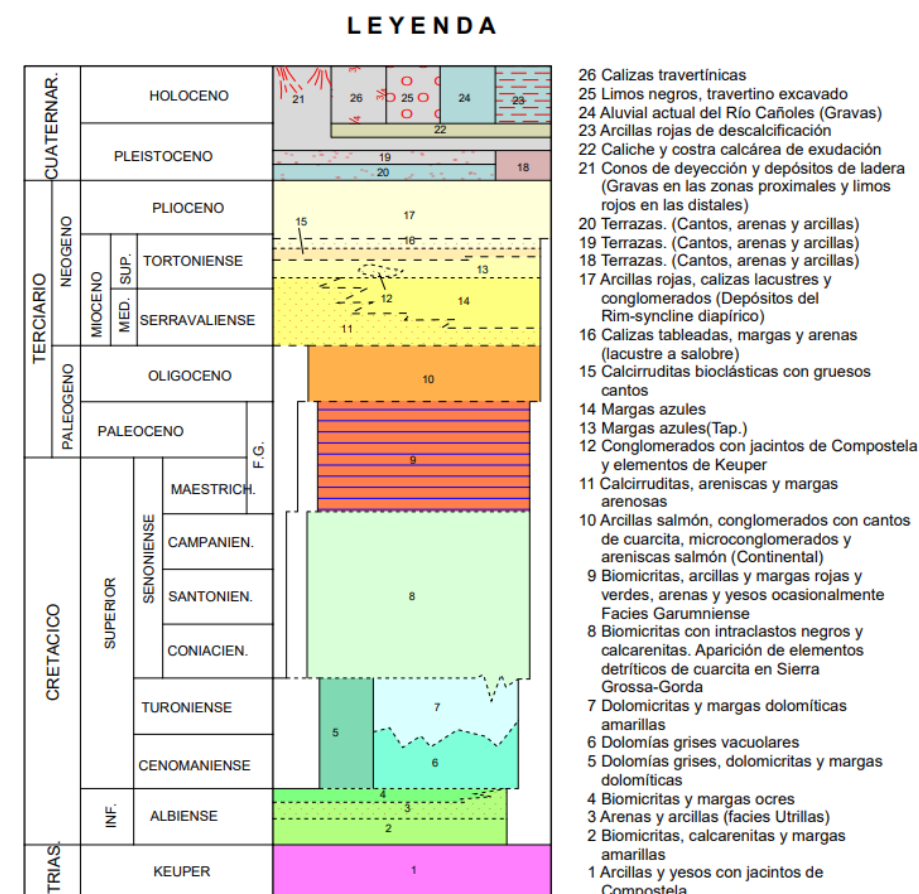


Figura 9. Leyenda mapa geológico. Hoja 794. Fuente: Instituto Geológico Minero de España (IGME)

#### 4.6.2 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

El análisis geotécnico pretende determinar las características del suelo y su composición, mediante el apoyo de los datos obtenidos del Instituto Geológico Minero de España (IGME) y del Visor Cartográfico GVA.

Existen dos tipos de suelo por los que transcurre la carretera CV-585. El primer tramo de la carretera entre el P.K. 1+450 y el P.K. 3+450 recorre una zona de margas y calizas, mientras que el resto del trazado se sitúa sobre una zona de areniscas, conglomerados, costras y otros materiales sueltos.

Ante la falta de proyectos cercanos con ensayos geotécnicos, se recurre a un ensayo geotécnico situado a 6,5 km de la CV-585 y situado en el municipio de Enguera, el cual presenta una composición de materiales sueltos y rocas sedimentarias como las margas.

Dicho ensayo presenta todos los datos necesarios para la clasificación del suelo, y realizadas todas las comprobaciones para mayor seguridad, se trata de un suelo tolerable.

La estabilización del suelo para la determinación de la explanada a disponer puede realizarse mediante cal o cemento, siempre que cumplan los requisitos establecidos en el PG3.

Debido al Índice de Plasticidad y a la granulometría del terreno, se determina que no puede ser utilizado ningún estabilizante, concluyendo con que la explanada estará compuesta únicamente por suelo natural.

#### 4.6 HIDROLOGÍA

Con los datos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la Asociación Valenciana de Meteorología (AVAMET), se obtienen los siguientes datos sobre la climatología y la hidrología de la zona de estudio, y se propone un diseño para el drenaje longitudinal.

Los estudios climatológicos de los últimos 5 años determinan una temperatura media de unos 15 °C, correspondiente a un clima templado, y las precipitaciones en la zona se encuentran en la media de la península, con una estimación máxima diaria de precipitación de 70 mm.

Con el estudio hidrológico llevado a cabo en el Anejo nº5 de Hidrología y drenaje, se han determinado los caudales máximos para los períodos de retorno exigidos por la Norma 5.1-IC de la Instrucción de Carreteras sobre Drenaje superficial.

Con las 8 cuencas estudiadas se obtienen unos valores de caudal QT que no precisan disponer de Obras de Drenaje Transversal adicionales a las existentes. Estas se mantendrán en el nuevo diseño, siguiendo el trazado para pasar por los mismos puntos.

Las cunetas dispuestas para el drenaje longitudinal darán continuidad al diseño existente, con una sección “en V”, de inclinación menor junto al arcén de la carretera.

Medidas en m

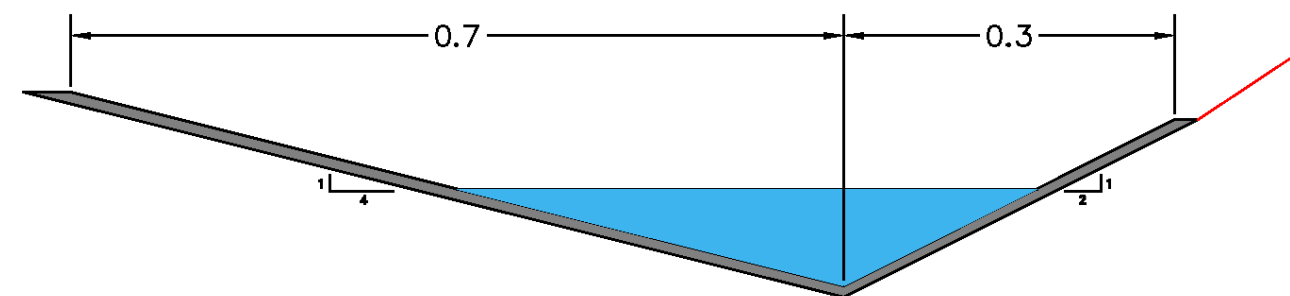


Figura 10. Sección drenaje longitudinal. Fuente: Elaboración propia

#### 5. ESTUDIO DEL TRÁFICO

##### 5.1 INTENSIDAD MEDIA DIARIA

A través de plan de aforos de la Generalitat Valenciana, dónde se registran datos de aforo de los últimos cuatro años en las carreteras gestionadas por la Conselleria, se han podido extraer los datos de intensidad media diaria.

Sin embargo, no se han aforado vehículos pesados en la estación de la carretera. Es por ello que para la realización de este trabajo se analizarán los porcentajes de vehículos pesados de las estaciones más próximas, es decir, de las carreteras afines.

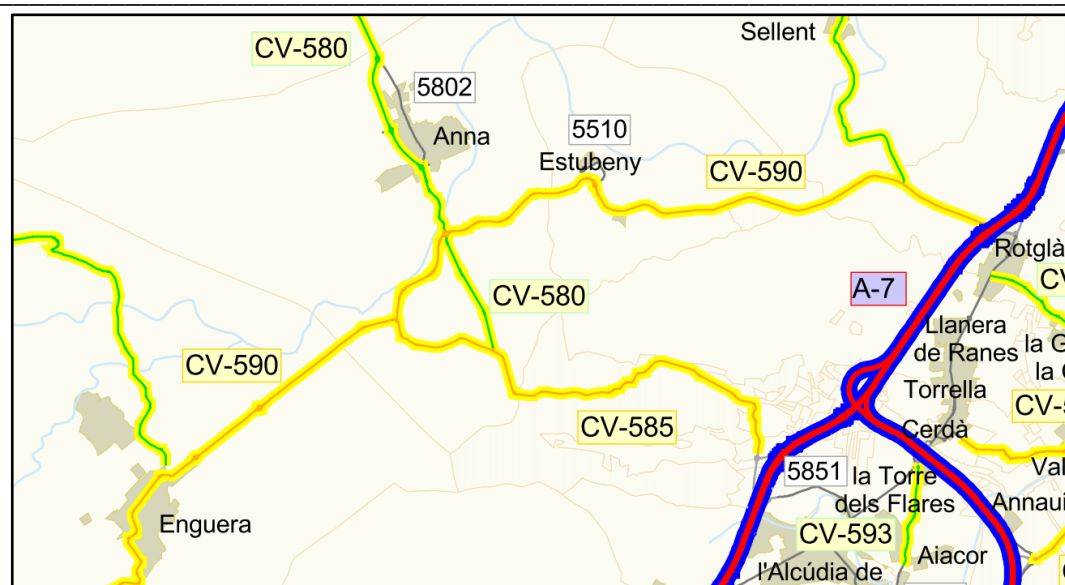


Figura 11. Tramos afines. Fuente: Carreteras de la Generalitat Valenciana

De los datos obtenidos de la carretera CV-590 y dividida en dos tramos por la CV-580, se obtienen los siguientes datos. El tramo entre la A-7 y la CV-580, con la estación de toma de datos próxima a la A-7, se extrae un porcentaje de vehículos pesados de 5,7%, mientras que en el tramo entre la CV-580 y Enguera se obtiene un porcentaje de vehículos pesados de 6,2%. Por tanto, para el estudio del tráfico de la CV-585 se utilizará un porcentaje de vehículos pesados diarios del 5,95%.

| IMD 2024 | Vehículos ligeros | Vehículos pesados |
|----------|-------------------|-------------------|
| 3.142    | 2955              | 187               |

Figura 12. Aforos 2024. Fuente: Carreteras de la Generalitat Valenciana

La Intensidad Media Diaria se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IMD_{2028} = IMD_{2026} * \left(1 + \frac{\% r}{100}\right)^{años}$$

Con los aforos obtenidos, procedemos al cálculo de la Intensidad Media Diaria. Se ha de tener en cuenta el cálculo de la IMD tanto para el año de puesta en servicio y el año horizonte, siendo estos 2028 y 2048, respectivamente.

Conocido el porcentaje de vehículos pesados, es necesario determinar el incremento anual acumulativo o tasa de crecimiento. Este valor es proporcionado por el Ministerio de Fomento, quienes establecen una serie de valores de incremento anual en función de los años de puesta en servicio y horizonte. En este caso, el valor de incremento anual acumulativo para el período actual es del 1,44%.

Con todos estos datos, se puede aplicar la fórmula descrita con anterioridad, obteniendo los datos de IMD y porcentaje de vehículos pesados visibles en la "Figura 13".

| 2024  |             | 2028  |             | 2048  |             |
|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
| IMD   | IMD pesados | IMD   | IMD pesados | IMD   | IMD pesados |
| 3.142 | 187         | 3.233 | 193         | 4.303 | 257         |

Figura 13. IMD para los años 2024, 2028 y 2048. Fuente: Elaboración propia

## 5.2 NIVEL DE SERVICIO

La determinación del Nivel de Servicio de la carretera de estudio permite conocer si el funcionamiento está siendo correcto en base al tráfico existente. Para ello se hace uso del Highway Capacity Manual (HCM), que contiene los parámetros necesarios para su cálculo.

A través de los datos como la longitud y la pendiente del tramo más condicionante, o la intensidad media diaria de vehículos pesados, y la aplicación de las fórmulas correspondientes, se obtiene la densidad en cola de la carretera.

Con ello y conociendo la velocidad límite de la carretera se obtiene un valor de Nivel de Servicio de la carretera de nivel "A", tanto para la IMD actual como para el año de puesta en servicio y el año horizonte.

## 6. FIRMES Y PAVIMENTO

El diseño del nuevo paquete de firmes se realiza según la Norma 6.1-IC de la Instrucción de trazado sobre Secciones de firme.

En primer lugar, se determina la categoría del tráfico, según la IMD de vehículos pesados calculada para el año de puesta en servicio y el porcentaje de incidencia de los carriles, con un reparto del 60% y 40%. Se obtiene una categoría de tráfico pesado correspondiente a una T31.



El dimensionamiento de la explanada tiene en cuenta el tipo de suelo y su análisis geotécnico para estudiar la posibilidad de disponer o no una explanada con suelo estabilizado.

Con un suelo tolerable y sin posibilidad de estabilizar el suelo con cal o cemento debido a las características del terreno, existen 4 opciones disponibles de explanada. Además, se selecciona la categoría de explanada E2 frente a la E1 para mantenerse del lado de la seguridad frente al paso constante de vehículos pesados, por lo que tan solo quedan 2 opciones de explanada disponibles:

- 75 cm de suelo seleccionado.
- 40 cm de suelo seleccionado + 50 cm de suelo adecuado.

Según los precios estipulados en la Orden Circular: Procedimiento para la justificación de precios en la Dirección General de Carreteras y Base de precios de apoyo (2023), la alternativa más económica es disponer de 75 cm de suelo seleccionado.

Para la elección de la sección de firme con una categoría de explanada T31, se tienen las siguientes opciones: 3121 o 3122. Para su determinación, se realiza una valoración económica y, teniendo también en cuenta las características del paquete de firmes, se van a disponer 16 cm de mezcla bituminosa sobre 40 cm de zahorra artificial.

A continuación, se debe determinar la composición de la mezcla bituminosa y los espesores de capa.

Según las especificaciones de la Norma 6.1-IC de Secciones de firmes y conociendo los precios unitarios de cada tipo de mezcla bituminosa, se obtienen las siguientes alternativas:

- *Alternativa 1:*

2 cm de mezcla bituminosas en caliente tipo BBTM 8A en capa de rodadura + 6 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN S, en capa intermedia + 8 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BASE G en capa base

- *Alternativa 2:*

3 cm de mezcla bituminosas en caliente tipo BBTM 11A en capa de rodadura + 6 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN S, en capa intermedia + 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BASE G en capa base

- *Alternativa 3:*

4 cm de mezcla bituminosas en caliente tipo AC16 SURF D en capa de rodadura + 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN S, en capa intermedia + 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BASE G en capa base

Posteriormente se realiza una valoración económica de cada alternativa, siendo la más económica la alternativa 3 y, por tanto, la seleccionada a disponer sobre la zahorra artificial.

Determinados los ligantes hidrocarbonados a emplear en las distintas capas de la mezcla bituminosa, además de establecer los distintos riegos efectuados entre ellas, la sección del firme que se dispondrá en los tramos de nueva ejecución es la siguiente:

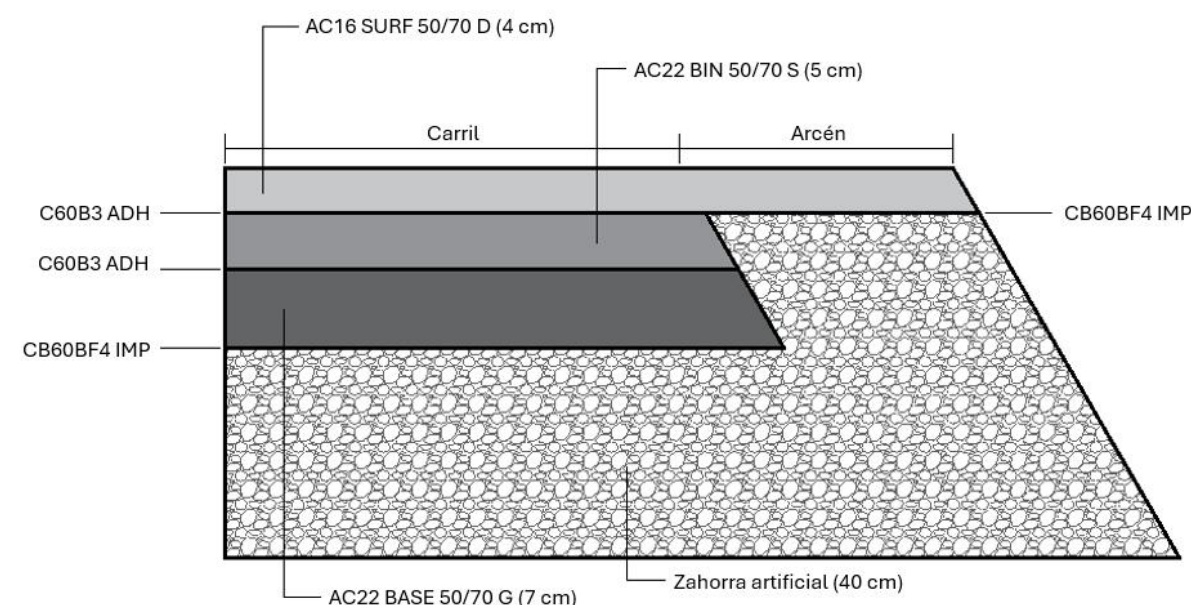


Figura 14. Sección tipo del firme. Fuente: Elaboración propia



## 7. DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico definitivo se ha escogido según el análisis multicriterio aplicado a las tres alternativas propuestas, siendo la alternativa 1 la más indicada.

### 7.1 MEJORAS EN EL TRAZADO

El acondicionamiento de la carretera CV-585 busca cumplir con las recomendaciones de la Norma 3.1-IC de Trazado siempre que sea posible. Atiende a la necesidad de mejorar los tramos de la carretera que presentan una geometría en discordancia con un diseño consistente y se busca la mejora de la seguridad vial.

Entre las mejoras realizadas a lo largo de todo el recorrido destaca la ampliación de los radios de curvatura en muchas de las curvas circulares con el fin de generar una buena coordinación entre las alineaciones y aumentar al máximo la velocidad de operación sin que suponga un riesgo para la seguridad vial.

Dichas modificaciones se adaptan en gran medida a la traza existente para generar el menor volumen de movimiento de tierras, pero garantizando un diseño consistente que evite grandes reducciones de velocidad en algunos puntos de la carretera.

También se han dispuesto algunas curvas con una anchura de arcén adicional de 3 metros para aumentar la distancia de visibilidad y mejorar la capacidad de reacción de los conductores frente a cualquier elemento situado en su trayectoria.

A continuación, se muestran algunos de los tramos modificados en el diseño geométrico final.



Figura 15. Tramo del nuevo trazado entre los P.K. 0+340 y 1+000. Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Tramo del nuevo trazado entre los P.K. 1+980 y 2+440. Fuente: Elaboración propia





Figura 17. Tramo del nuevo trazado entre los P.K. 2+440 y 3+140. Fuente: Elaboración propia

Otro de los cambios más importantes realizados en el acondicionamiento se puede observar en la “Figura 18” y la “Figura 19”. Dichos tramos se abren paso entre el terreno montañoso para reducir el número de alineaciones dispuestas en el trazado original. A pesar de producir grandes volúmenes de desmonte, estas mejoras son necesarias para garantizar una buena coordinación en el diseño geométrico final y aumentar la velocidad de operación, con radios de curvatura de hasta 160 metros.

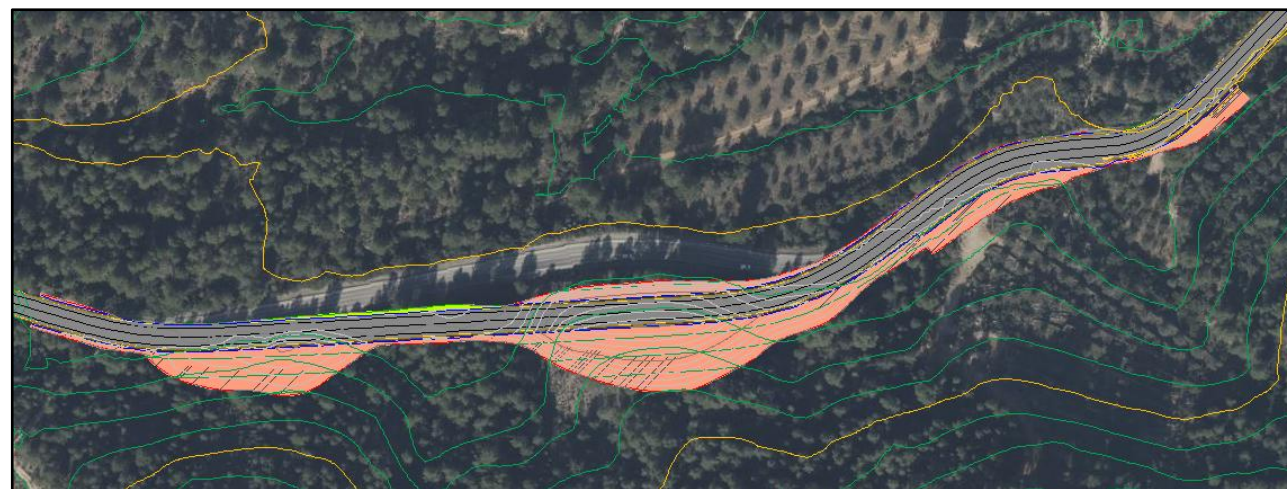


Figura 18. Tramo del nuevo trazado entre los P.K. 1+440 y 1+980. Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Tramo del nuevo trazado entre los P.K. 3+500 y 3+940. Fuente: Elaboración propia

## 7.2 VISIBILIDAD

Todo el tramo de estudio cuenta con una distancia de visibilidad superior a la distancia de parada mínima requerida por la normativa, garantizando la seguridad frente a un obstáculo inesperado en la trayectoria.



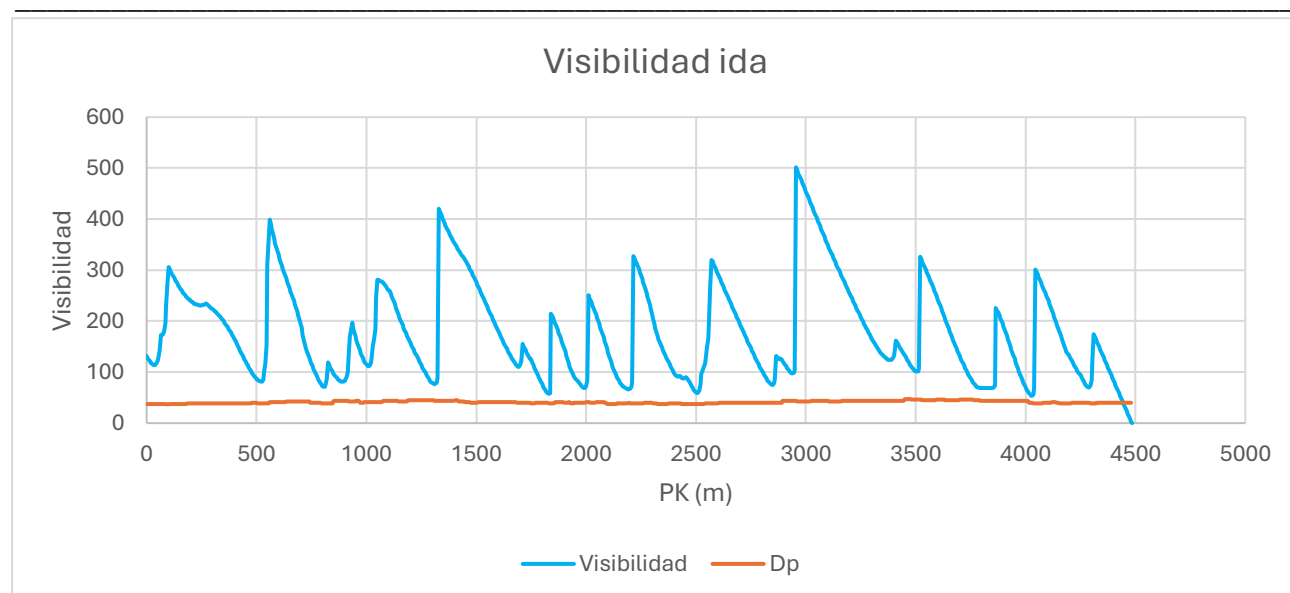


Figura 20. Visibilidad y distancia de parada en el sentido creciente de PK. Fuente: Elaboración propia

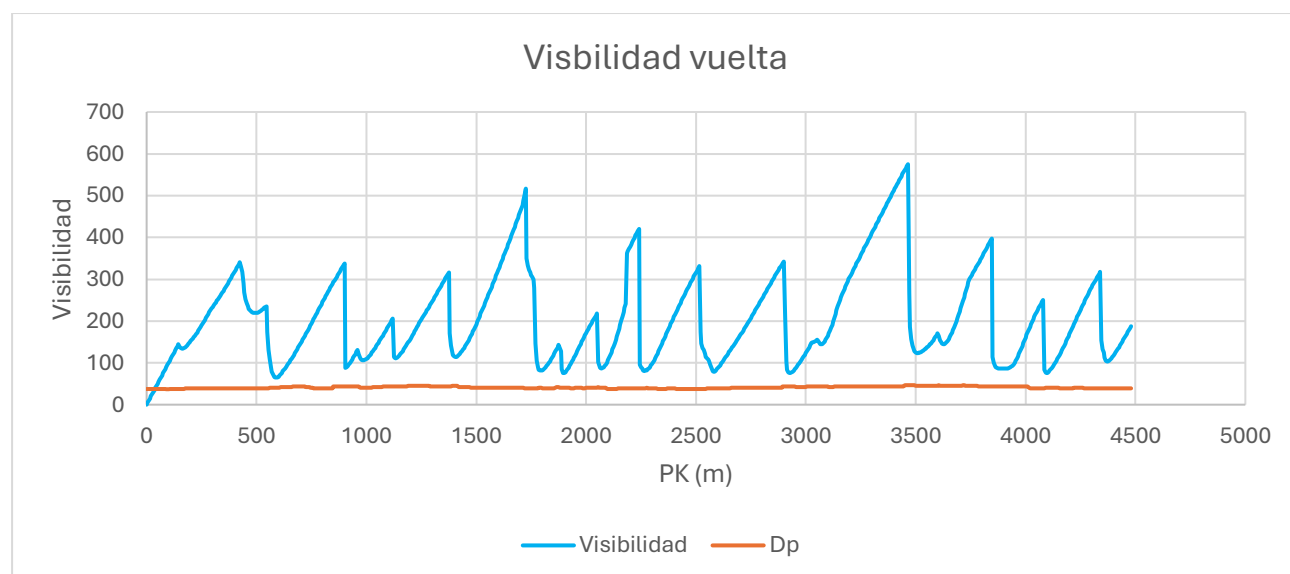


Figura 21. Visibilidad y distancia de parada en el sentido decreciente de PK. Fuente: Elaboración propia

### 7.3 SECCIÓN TRANSVERSAL

Debido a la orografía de la zona de estudio, la sección transversal queda inalterada salvo en algunos tramos dónde se ha ejecutado un arcén de mayor anchura para generar una mayor distancia de visibilidad. Esto sucede sobre todo en las curvas circulares del tramo más sinuoso.

Por tanto, se tendrá un carril de 3,50 metros de anchura junto a un arcén de 1 metro, para cada sentido de la circulación. Los tramos de calzada más amplia cuentan con 3 metros de arcén en el lado de la carretera donde existe el desmonte.

### 7.4 BOMBEO Y PERALTE

Los valores del bombeo y del peralte se rigen por la Norma 3.1-IC, con unos valores determinados según el tipo de calzada y los radios de curvatura.

Para carreteras de calzada única y doble sentido de circulación, la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del 2% hacia cada lado a partir del eje de la calzada. Para curvas de radio menor a 350 metros, el peralte deberá ser del 7%.

### 7.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS

El volumen de tierras en desmonte y terraplén, así como el sobrante de tierras, se ha determinado según las líneas de nivel y a través del software "Autodesk Civil 3D". Los valores obtenidos del movimiento de tierras son los siguientes:

- Desmonte: 70.756,11 m<sup>3</sup>
- Terraplén: 4.404,39 m<sup>3</sup>
- Déficit de tierras acumulado: 66.351,72 m<sup>3</sup>

El sobrante de tierras será trasladado a vertedero o a obras cercanos que precisen de dicho volumen de tierra.

### 7.6 MOVILIDAD DE ACCESOS

Algunos accesos pueden suponer un riesgo para los usuarios que se incorporan a la vía principal y para los vehículos que circulan por ella. Esto se debe a la falta de visibilidad desde ambas perspectivas, suponiendo una distancia de reacción inferior a la requerida según la normativa.

Por ello, se modifican o reubican los accesos clasificados con riesgo "peligroso" según la visibilidad de cruce para aumentar la seguridad en la CV-585.

La siguiente tabla muestra el inventario de accesos del tramo de estudio y su correspondiente clasificación.

| INVENTARIO DE ACCESOS |          |           |           |
|-----------------------|----------|-----------|-----------|
|                       | PK (m)   | Margen    | Riesgo    |
| 1                     | 0+100,00 | Izquierda | Seguro    |
| 2                     | 0+330,00 | Derecha   | Seguro    |
| 3                     | 0+370,00 | Izquierda | Seguro    |
| 4                     | 0+470,00 | Derecha   | Peligroso |
| 5                     | 0+570,00 | Derecha   | Seguro    |
| 6                     | 0+685,00 | Izquierda | Moderado  |
| 7                     | 1+315,00 | Derecha   | Peligroso |
| 8                     | 1+475,00 | Derecha   | Seguro    |
| 9                     | 1+890,00 | Derecha   | Peligroso |
| 10                    | 1+915,00 | Derecha   | Peligroso |
| 11                    | 2+080,00 | Izquierda | Moderado  |
| 12                    | 2+625,00 | Izquierda | Moderado  |
| 13                    | 2+705,00 | Izquierda | Seguro    |
| 14                    | 2+970,00 | Derecha   | Seguro    |
| 15                    | 2+980,00 | Izquierda | Seguro    |
| 16                    | 3+355,00 | Izquierda | Seguro    |
| 17                    | 3+425,00 | Izquierda | Seguro    |
| 18                    | 3+925,00 | Izquierda | Peligroso |
| 19                    | 4+110,00 | Derecha   | Peligroso |
| 20                    | 4+250,00 | Izquierda | Moderado  |
| 21                    | 4+435,00 | Izquierda | Seguro    |

Tabla 1. Inventario de accesos de la carretera CV-585. Fuente: Elaboración propia

## 8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El estudio de las alternativas para el acondicionamiento de la carretera CV-585 tiene por objetivo seleccionar el diseño más adecuado, integrando criterios económicos, ambientales, de seguridad y de comodidad para el usuario.

Para ello se siguen las recomendaciones de la Norma 3.1-IC de la Instrucción de carreteras sobre Trazado, tanto en planta como en alzado, y se evalúa la consistencia local de cada alternativa, asegurando que nunca se alcance el nivel “pobre” según el Criterio II de Lamm et al. (1998). El diseño consta de una carretera convencional de dos carriles, uno para cada sentido de la circulación, y con el eje central como referencia para el análisis de todas las alternativas.

La realización de este estudio se ha llevado a cabo mediante el software “Autodesk Civil 3D” y el software “Perfil V85”, proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho.

A pesar de la orografía, con pendientes pronunciadas y alineaciones sinuosas que dificultan el estricto cumplimiento de la normativa, se busca que el impacto sobre el terreno y el movimiento de tierras sea el menor posible, aprovechando el trazado existente para reducir costes y evitar una gran afección ambiental. Además, será prioritario que la consistencia local sea, según el criterio anteriormente mencionado, de categoría “aceptable” o “buena”.

### 8.1 ALTERNATIVA 1

Esta alternativa busca aprovechar al máximo el trazado actual de la carretera para reducir los costes por movimiento de tierras y por la ejecución del nuevo paquete de firmes con su correspondiente explanada.

La carretera cuenta con 27 alineaciones rectas y 26 alineaciones curvas, enlazadas entre sí mediante clotoides en su mayoría. La consecución de alineaciones y la sinuosidad del tramo provoca que algunas de ellas no presenten curvas de transición.



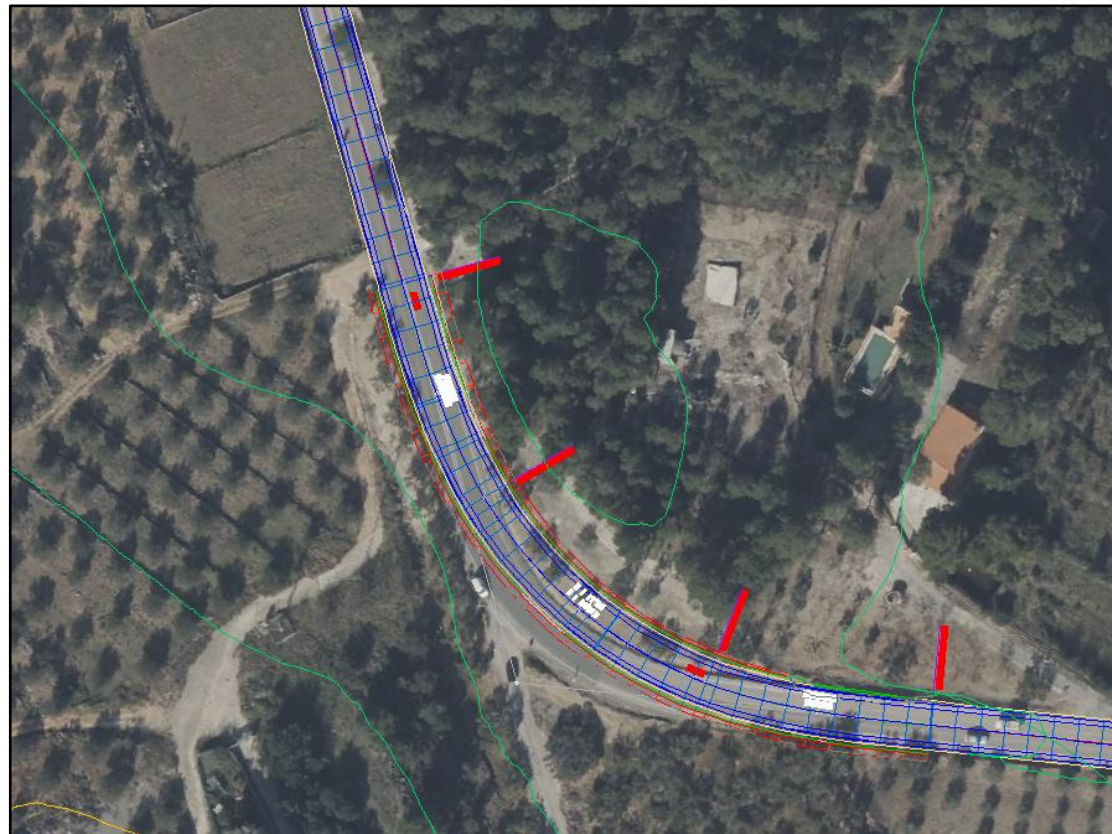


Figura 22. Cambio en el trazado entre los P.K. 0+495 y 0+649. Fuente: Elaboración propia

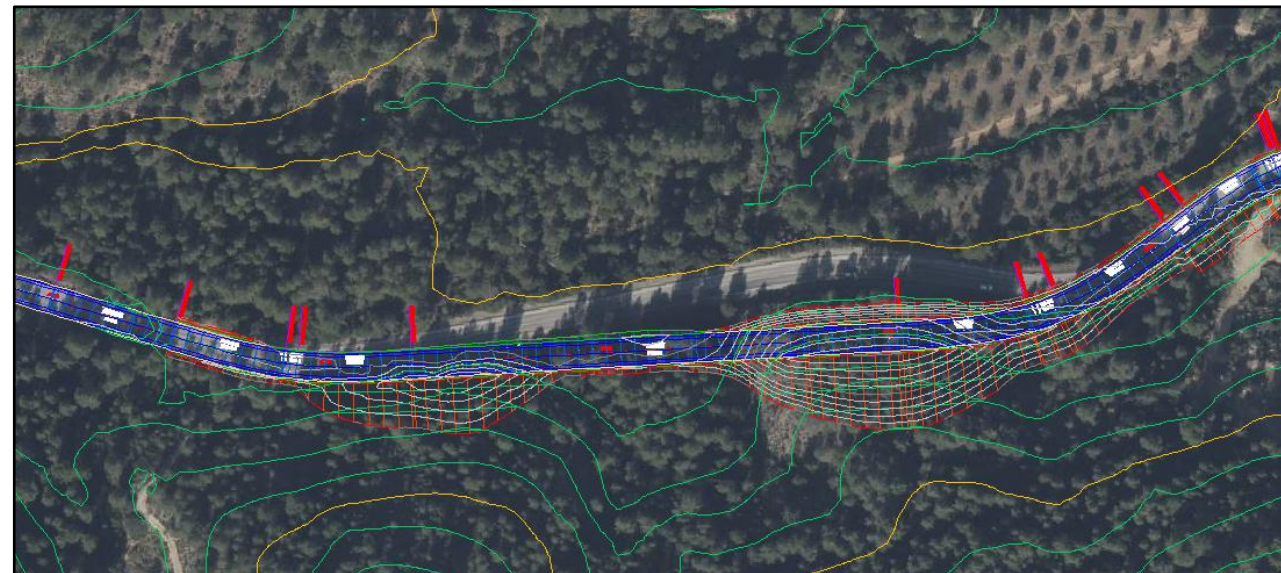


Figura 23. Cambio en el trazado entre los P.K. 1+444 y 2+809. Fuente: Elaboración propia

## 8.2 ALTERNATIVA 2

La característica principal de esta alternativa es su diseño conforme al cumplimiento con la normativa de trazado. Presentará características funcionales y de comodidad superior al resto de alternativas, aunque aumentará el volumen de tierras movido y e implica una mayor longitud de trazado de nueva ejecución.

Cuenta con 21 alineaciones rectas y 20 alineaciones curvas. Para el diseño de esta alternativa se han ajustado las alineaciones de modo que cumplan con los requisitos de consistencia. Además, se han modificado las curvas circulares para cumplir con las dimensiones de radio mínimo, garantizando una consecución de radios óptima en gran parte de las alineaciones.

Se busca también evitar que los usuarios experimenten fatiga por la densidad de curvas circulares y aumentar la visibilidad mediante la sustitución de alineaciones inconsistentes por curvas de mayor amplitud de radio.

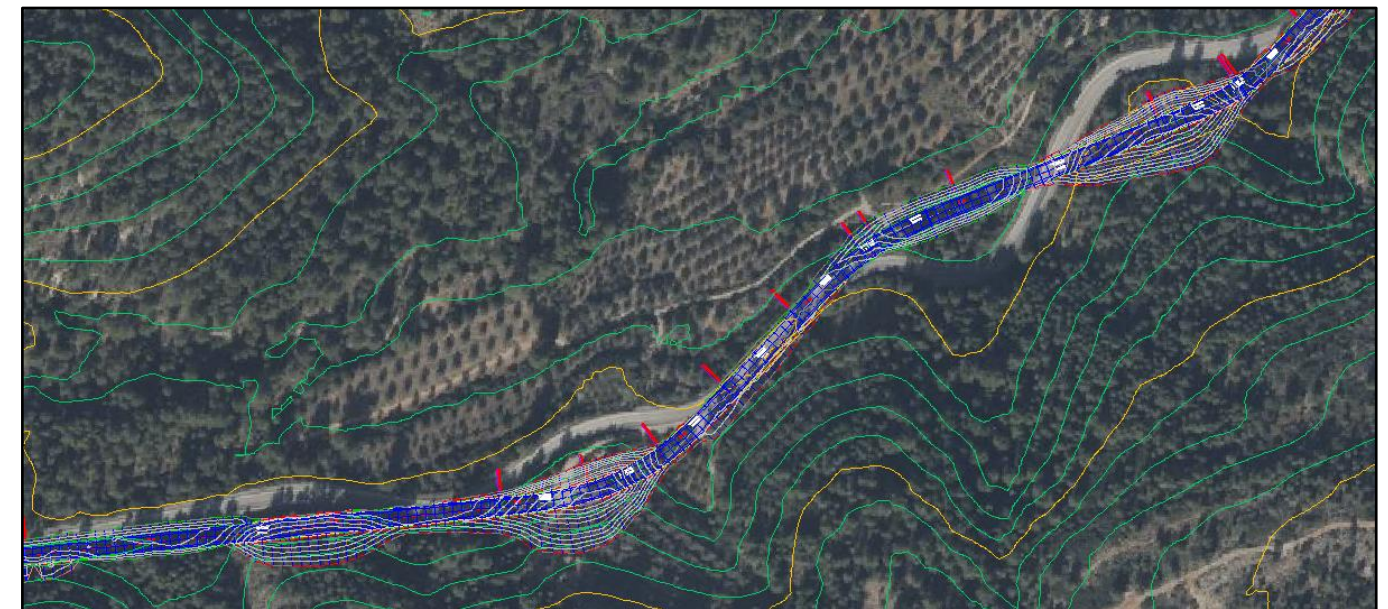


Figura 24. Cambio de trazado entre los P.K. 1+438 y 2+313. Fuente: Elaboración propia



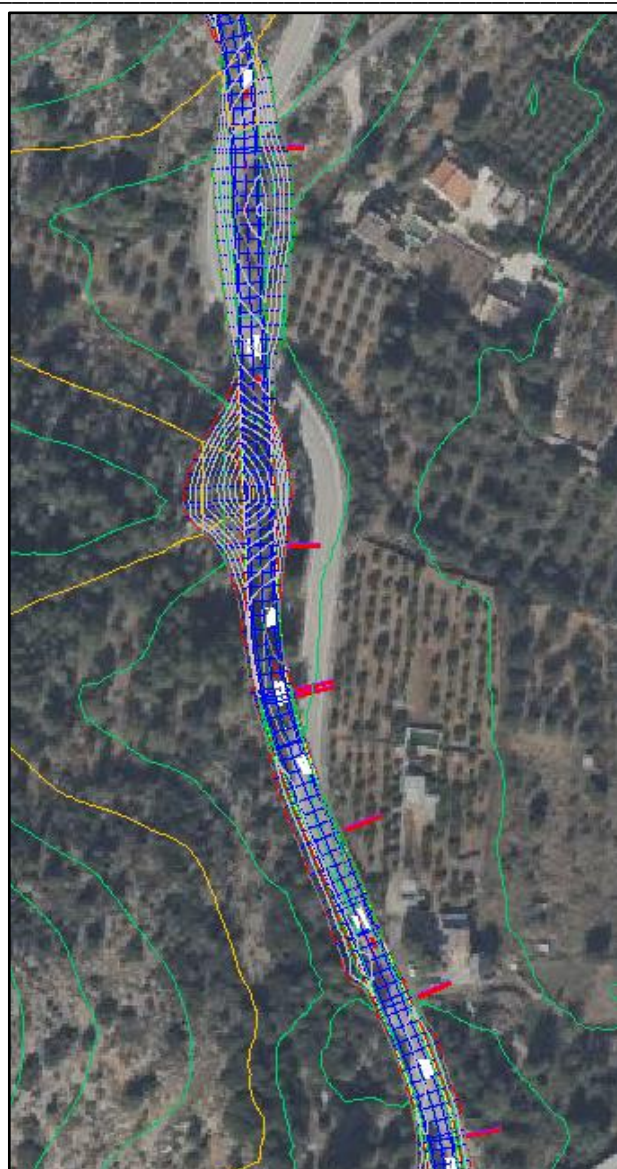


Figura 25. Cambio de trazado entre los P.K. 3+918 y 4+343. Fuente: Elaboración propia

### 8.3 ALTERNATIVA 3

Cuenta con un total de 22 alineaciones rectas y 21 alineaciones curvas, y presenta un diseño similar a la alternativa 2, con el mismo objetivo de eliminar el tramo de carretera de elevada sinuosidad, pero con un diseño diferente que no busca como factor principal cumplir con las recomendaciones de la normativa.

También se busca eliminar la sensación de fatiga de los conductores y ampliar el confort de los usuarios que circulan por la carretera CV-585, así como aumentar la

velocidad de operación reduciendo los tiempos de recorrido y garantizando un mayor nivel de consistencia.

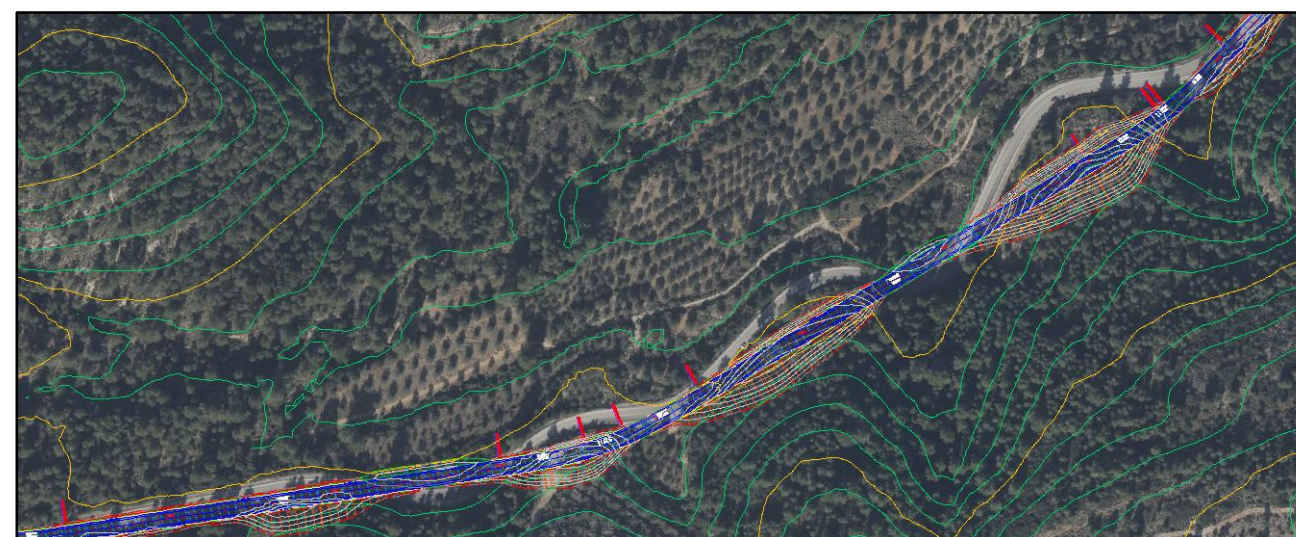


Figura 26. Cambio de trazado entre los P.K. 2+313 y 2+607. Fuente: Elaboración propia

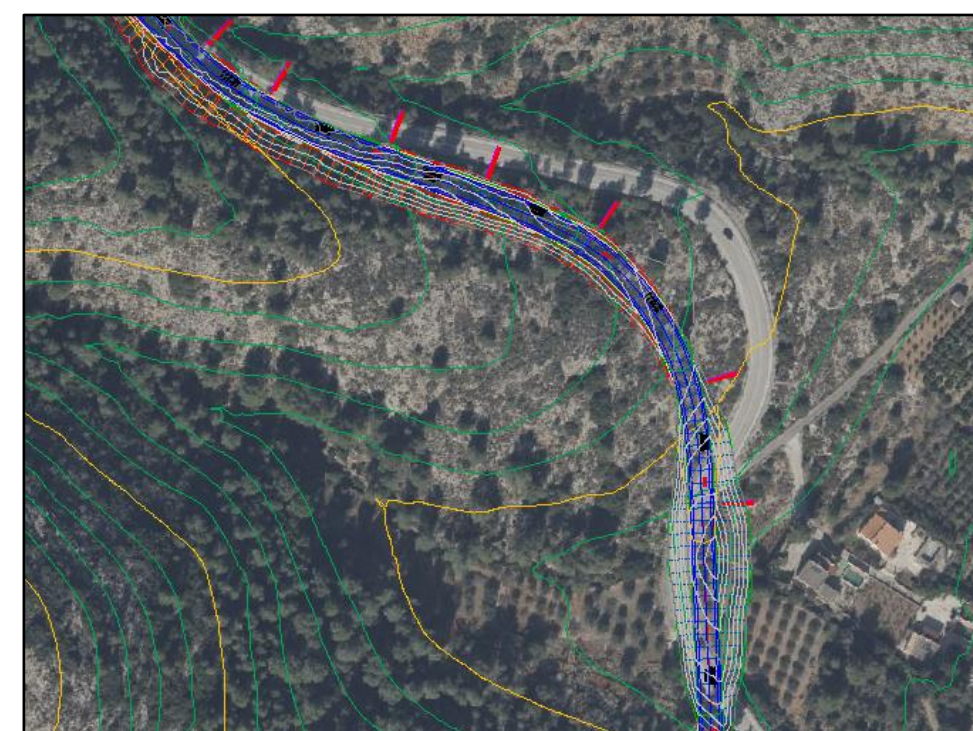


Figura 27. Cambio de trazado entre los P.K. 3+617 y 4+990. Fuente: Elaboración propia



## 8.4 ANÁLISIS MULTICRITERIO

Planteadas las alternativas se procede a la selección del diseño definitivo mediante un análisis multicriterio, siendo definidos una serie de criterios y subcriterios para valorar de manera objetiva cada una de ellas.

### ➤ Factor económico

- Movimiento de tierras
- Trazado de nueva ejecución
- Balance de tierras

### ➤ Seguridad vial

- Consistencia local
- Consistencia global

### ➤ Confort

- Variación de radios
- Acuerdos verticales
- Cantidad de curvas total
- Velocidad de operación media

### ➤ Impacto ambiental y sobre el entorno

- Integración paisajística
- Aprovechamiento del trazado actual
- Adaptación de accesos

Posteriormente, se establecen unas formulaciones para la normalización de los valores, ya que no todos los subcriterios están expresados en las mismas unidades.

Una vez normalizados los valores y realizada la valoración para los criterios de carácter más subjetivo (integración paisajística y adaptación de accesos), se requiere establecer una ponderación en función de la importancia de cada uno de los subcriterios.

Los valores normalizados, junto con los porcentajes asignados a cada subcriterio y su ponderación total según el criterio y la alternativa, se pueden observar en la “Tabla 2”.

| Factor económico              |             |               |           |               |           |               |           |
|-------------------------------|-------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| Subcriterio                   | Ponderación | Alternativa 1 |           | Alternativa 2 |           | Alternativa 3 |           |
|                               |             | Sin ponderar  | Ponderado | Sin ponderar  | Ponderado | Sin ponderar  | Ponderado |
| Movimiento de tierras         | 0,5         | 6,56          | 3,28      | 3,61          | 1,80      | 4,81          | 2,41      |
| Trazado de nueva ejecución    | 0,3         | 8,37          | 2,51      | 2,92          | 0,88      | 3,21          | 0,96      |
| Sobrante o déficit de tierras | 0,2         | 4,74          | 0,95      | 4,94          | 0,99      | 5,32          | 1,06      |
| PONDERACIÓN TOTAL             |             |               | 6,74      |               | 3,67      |               | 4,43      |

| Seguridad vial           |             |               |           |               |             |               |             |
|--------------------------|-------------|---------------|-----------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Subcriterio              | Ponderación | Alternativa 1 |           | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                          |             | Sin ponderar  | Ponderado | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Consistencia local pobre | 0,5         | 10,00         | 5,00      | 10,00         | 5,00        | 10,00         | 5,00        |
| Consistencia global      | 0,5         | 4,89          | 2,45      | 5,05          | 2,53        | 5,05          | 2,53        |
| PONDERACIÓN TOTAL        |             |               | 7,45      |               | 7,53        |               | 7,53        |

| Confort                      |             |               |             |               |             |               |             |
|------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Subcriterio                  | Ponderación | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                              |             | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Variación de radios          | 0,5         | 1,88          | 0,94        | 6,34          | 3,17        | 7,13          | 3,57        |
| Acuerdos verticales          | 0,25        | 3,75          | 0,94        | 7,44          | 1,86        | 3,64          | 0,91        |
| Número de curvas total       | 0,15        | 3,24          | 0,49        | 6,15          | 0,92        | 5,66          | 0,85        |
| Velocidad de operación media | 0,1         | 3,92          | 0,39        | 5,42          | 0,54        | 5,67          | 0,57        |
| PONDERACIÓN TOTAL            |             |               | 2,76        |               | 6,50        |               | 5,89        |

| Impacto ambiental y sobre el entorno |             |               |             |               |             |               |             |
|--------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Subcriterio                          | Ponderación | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                                      |             | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Integración paisajística             | 0,4         | 6,00          | 2,40        | 4,00          | 1,60        | 4,00          | 1,60        |
| Aprovechamiento del trazado actual   | 0,4         | 8,37          | 3,35        | 2,92          | 1,17        | 3,21          | 1,28        |
| Adaptación de accesos                | 0,2         | 6,00          | 1,20        | 5,00          | 1,00        | 5,00          | 1,00        |
| PONDERACIÓN TOTAL                    |             |               | 6,95        |               | 3,77        |               | 3,88        |

Tabla 2. Ponderación de los subcriterios. Fuente: Elaboración propia

Por último, se asignan los pesos a cada criterio principal, obteniendo una ponderación global de las alternativas.

Dichas ponderaciones junto con los resultados de cada una de las alternativas se pueden observar en la siguiente tabla:

| Criterio                             | Ponderación | Alternativa 1 |           | Alternativa 2 |           | Alternativa 3 |           |
|--------------------------------------|-------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|
|                                      |             | Sin ponderar  | Ponderado | Sin ponderar  | Ponderado | Sin ponderar  | Ponderado |
| Factor económico                     | 0,35        | 6,74          | 2,36      | 3,67          | 1,28      | 4,43          | 1,55      |
| Seguridad vial                       | 0,35        | 7,45          | 2,61      | 7,53          | 2,63      | 7,53          | 2,63      |
| Confort                              | 0,20        | 2,76          | 0,55      | 6,50          | 1,30      | 5,89          | 1,18      |
| Impacto ambiental y sobre el entorno | 0,10        | 6,95          | 0,69      | 3,77          | 0,38      | 3,88          | 0,39      |
| PONDERACIÓN FINAL                    |             |               | 6,21      |               | 5,59      |               | 5,75      |

Tabla 3. Ponderación global de las alternativas. Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado el análisis multicriterio se determina la alternativa 1 como la solución definitiva para el estudio de acondicionamiento de la carretera CV-585.



## 9. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

El presente estudio para el acondicionamiento de la carretera CV-585 está estrechamente relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), un conjunto de 17 metas hacia un futuro más sostenible que busque el progreso económico, la cohesión social y la protección del medio ambiente.

Entre las metas aprobadas y relacionadas con la ingeniería y el presente estudio, se encuentran las siguientes:

- **ODS 3: Salud y bienestar.**

A través de la meta 3.6, que busca reducir el número de muertos y lesiones por accidentes de tráfico.

- **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.**

Destaca la meta 9.1 con el objetivo de mejorar las características de las estructuras para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, además del acceso asequible y equitativo para todos.

- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.**

Con especial atención a la meta 11.2, que fomenta el acceso a los sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial.

## 10. VALORACIÓN ECONÓMICA

A continuación, se muestra una tabla resumen de la relación valorada de la obra con las unidades de obra correspondientes.

| Código                                 | Descripción                                   | Ud   | Cantidad | Precio unitario | Total               |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------|----------|-----------------|---------------------|
| <b>Capítulo 1. Actuaciones previas</b> |                                               |      |          |                 | <b>104.076,18 €</b> |
| 01.01                                  | m2 Demolición de firme o pavimento existente. | 1,00 | 19618,20 | 3,90 €          | 76.510,98 €         |
| 01.02                                  | m2 Despeje y desbroce del terreno.            | 1,00 | 48360,00 | 0,57 €          | 27.565,20 €         |

|                                          |                                                                                               |      |             |          |                       |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|----------|-----------------------|
| <b>Capítulo 2. Movimiento de tierras</b> |                                                                                               |      |             |          | <b>1.330.814,33 €</b> |
| 02.01                                    | m3 Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos sin explosivos                       | 1,00 | 70756,11    | 18,74 €  | 1.325.969,50 €        |
| 02.02                                    | m3 Terraplén o pedraplén o relleno todo-uno con material procedente de excavación             | 1,00 | 4404,39     | 1,10 €   | 4.844,83 €            |
| <b>Capítulo 3. Explanadas</b>            |                                                                                               |      |             |          | <b>135.659,85 €</b>   |
| 03.01                                    | m3 Suelo seleccionado procedente de yacimiento granular o cantera para formación de explanada | 1,00 | 14713,65    | 9,22 €   | 135.659,85 €          |
| <b>Capítulo 4. Firmes y pavimentos</b>   |                                                                                               |      |             |          | <b>619.328,50 €</b>   |
| 04.01                                    | m3 Zahorra                                                                                    | 1,00 | 7847,28     | 26,78 €  | 210.150,16 €          |
|                                          |                                                                                               | 1,00 | 523,152     | 26,78 €  | 14.010,01 €           |
| 04.02                                    | t MBC Tipo AC16 SURF S, excepto betún y polvo mineral                                         | 1,00 | 1899,04176  | 30,61 €  | 58.129,67 €           |
| 04.03                                    | t MBC tipo AC22 BIN S, excepto betún y polvo mineral                                          | 1,00 | 1869,1785   | 29,35 €  | 54.860,39 €           |
| 04.04                                    | t MBC tipo AC32 BASE S, excepto betún y polvo mineral                                         | 1,00 | 2616,8499   | 29,36 €  | 76.830,71 €           |
| 04.05                                    | t Emulsión C60B3 ADH en riegos de adherencia o C60B3 CUR en riegos de curado                  | 1,00 | 30,5172     | 624,16 € | 19.047,62 €           |
| 04.06                                    | t Emulsión C60BF4 IMP en riego de imprimación                                                 | 1,00 | 19,6182     | 526,42 € | 10.327,41 €           |
| 04.07                                    | t Betún asfáltico convencional tipo 50/70                                                     | 1,00 | 255,4028064 | 689,00 € | 175.972,53 €          |
| <b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>          |                                                                                               |      |             |          | <b>2.189.878,86 €</b> |

|                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <b>GASTOS GENERALES (13%)</b>       | <b>284.684,25 €</b>   |
| <b>BENEFICIOS INDUSTRIALES (6%)</b> | <b>131.392,73 €</b>   |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>2.605.955,85 €</b> |

|                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| <b>IVA (21%)</b> | <b>547.250,73 €</b>   |
| <b>TOTAL</b>     | <b>3.153.206,58 €</b> |

Tabla 4. Relación valorada del acondicionamiento. Fuente: Elaboración propia.

## 11. GESTIÓN DE RESIDUOS

La gestión de residuos en las obras de la CV-585 es fundamental para cumplir la normativa y minimizar el impacto ambiental. Los residuos proceden principalmente de movimientos de tierras, demoliciones y materiales de construcción, por lo que deben clasificarse, cuantificarse y gestionarse desde el inicio.



Para ello, se establecen medidas para su correcta separación, almacenamiento temporal y traslado a instalaciones autorizadas, priorizando la reutilización y el reciclaje para favorecer la sostenibilidad del proyecto, realizado siempre en función de la normativa vigente, tanto estatal y autonómica como local.

Los tipos de residuos generados pueden ser: residuos de construcción, residuos de demolición, residuos no pétreos, o residuos peligrosos.

Cada uno de ellos recibe las especificaciones concretas para ser almacenados en obra y para su transporte a vertedero autorizado, estableciendo las medidas de separación y gestión correctas como la disposición de depósitos de almacenamiento correctamente señalizados para residuos peligrosos.

## 12. CONCLUSIONES

El acondicionamiento de la carretera CV-585 ha permitida realizar mejoras en el trazado, centradas en el diseño geométrico en planta y alzado enfocados en la creación de un diseño consistente que reduzca los cambios significativos de velocidad en muchos puntos de trayecto. Dichas mejoras prestan especial atención a los factores de seguridad y comodidad hacia los usuarios, y tienen en cuenta el entorno natural, buscando generar la menor afección posible hacia él.

En planta se han realizado cambios en las curvas circulares, ampliando su radio en muchas de ellas e implementando curvas de transición en aquellas que la densidad de curvas y la orografía lo ha permitido. También se han eliminado algunas de las alineaciones para solucionar las deficiencias geométricas que presentaba el diseño original, reduciendo así la sensación de fatiga en los conductores y generando un trazado más conforme a las expectativas que pueda tener el conductor al recorrer la carretera.

La evaluación de la consistencia tanto local como global evidencia las mejoras del acondicionamiento frente al diseño existente. La eliminación de tramos calificados como de consistencia local “pobre” permite ofrecer una mayor seguridad y comodidad para los usuarios, evitando descensos en la velocidad que puedan aumentar la siniestralidad en el trazado.

En cuanto a la visibilidad, las mejoras realizadas también ofrecen una distancia de visibilidad en todos los puntos del trayecto superior a la distancia de parada según la velocidad de proyecto, permitiendo a los conductores detener el vehículo frente a cualquier suceso ocurrido en la trayectoria del vehículo.

También se ha tenido en cuenta el impacto económico en la ejecución de la obra, priorizando los diseños del firme que atiendan a dicho criterio además de ser elegidos por sus capacidades frente a las características del terreno, el clima y la densidad viaria entre otros. Además, la alternativa elegida genera un volumen menor de movimiento de tierras con respecto al resto de alternativas, siendo un diseño económicamente más favorable.

## FIRMA

Firmado por DAVID ISERTE PASTOR  
- NIF:\*\*\*9199\*\* el día  
16/05/2026 con un certificado  
emitido por ACCV RSA1 CLIENTE

*En Valencia, a 16 de mayo de 2026.*

## 13. BIBLIOGRAFÍA

A continuación, se muestra toda la bibliografía del presente estudio.

*Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica – Generalitat Valenciana. (2023). Intensidad media diaria.*  
<https://mediambient.gva.es/es/web/carreteras/afors-car/intensidad-media-diaria>

*Instituto Geográfico Nacional -IGN. (s.f.). Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).* <https://pnoa.ign.es/>

*Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica – Generalitat Valenciana. (s.f.). Seguridad vial en carreteras.*  
<https://mediambient.gva.es/es/web/carreteras/seguridad-vial-car/-/documentos/GrKHCDUYqhQ0/folder/162402081>





ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE Crespins), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA  
DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS



Google Earth Pro (s.f.).

Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica – Generalitat Valenciana. (2018). Mapa de accidentes de la Comunitat Valenciana (zona centro). <http://mediambient.gva.es/documents/20088661/168450747/Mapa+de+accidentes+de+l+a+Comunitat+Valenciana+2018+%28zona+centro%29.pdf/a0297d9a-73e8-4c56-83b2-69fff4ee9bb4?t=1562839150799>

Instituto Geológico y Minero de España - IGME. (2013). Hoja 794 Canals (MAGNA 50, 1:50.000). <https://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?Id=794&language=es>

Agencia Estatal de Meteorología – AEMET (s.f.). Valores climatológicos. <https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>

Generalitat Valenciana (s. f.). Visor GVA. <https://visor.gva.es/visor/>

Mapa Lluvias diarias en la España Peninsular: Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. (s. f.). [https://www.transportes.gob.es/recursos\\_mfom/0610300.pdf](https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/0610300.pdf)

NORMA 3.1-IC de la Instrucción de carreteras: Trazado. 2020. [https://www.transportes.gob.es/recursos\\_mfom/comodin/recursos/pdfhandler.pdf](https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/pdfhandler.pdf)

NORMA 5.2-IC de la Instrucción de carreteras: Drenaje superficial. 2019. [https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-transportes/carreteras/normativa\\_tecnica/07\\_drenaje/52ic\\_fom2982016\\_err\\_fom1852017\\_res180326\\_consolidado.pdf](https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-transportes/carreteras/normativa_tecnica/07_drenaje/52ic_fom2982016_err_fom1852017_res180326_consolidado.pdf)

NORMA 6.1-IC de la Instrucción de carreteras: Secciones de firmes. 2003. [https://www.transportes.gob.es/recursos\\_mfom/1010100.pdf](https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/1010100.pdf)

NORMA 8.2-IC de la Instrucción de carreteras: Marcas viales. 1987. [https://www.transportes.gob.es/recursos\\_mfom/1120100.pdf](https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/1120100.pdf)

Highway Capacity Manual (HCM) (s.f.).

Universitat Politècnica de Valencia. (2009). Documento de RiuNet UPV. Análisis de la seguridad vial mediante modelos globales de consistencia. <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/29fe6edb-b765-45c7-9656-270830d99da7/content>

Universitat Politècnica de Valencia. (s.f.). RiuNet. <https://riunet.upv.es/home>

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2014). Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Parte 2 – Materiales básicos. [https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-transportes/carreteras/normativa\\_tecnica/17\\_pliego\\_prescripciones\\_tecnicas/pg-3\\_parte\\_2.pdf](https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-transportes/carreteras/normativa_tecnica/17_pliego_prescripciones_tecnicas/pg-3_parte_2.pdf)

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2014). Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Parte 5 – Firmes y pavimentos. [https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-transportes/carreteras/normativa\\_tecnica/17\\_pliego\\_prescripciones\\_tecnicas/pg-3\\_parte\\_5.pdf](https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-transportes/carreteras/normativa_tecnica/17_pliego_prescripciones_tecnicas/pg-3_parte_5.pdf)

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2023). Orden Circular 4/2023: Procedimiento para la justificación de precios en la Dirección General de Carreteras y base de precios de apoyo.



---

[https://www.transportes.gob.es/recursos\\_mfom/comodin/recursos/oc\\_4-2023\\_procedmto\\_justf\\_precios\\_2023\\_y\\_base\\_de\\_apoyo.pdf](https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/oc_4-2023_procedmto_justf_precios_2023_y_base_de_apoyo.pdf)

Naciones Unidas. (2020). *Objetivos de desarrollo sostenible (Agenda 2030)*.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

Generalitat Valenciana. (2004, 1 de octubre). Decreto 200/2004  
<https://dogv.gva.es/es/eli/es-vc/d/2004/10/01/200/spa/>

Boletín Oficial del Estado (2008). *Texto consolidado de la norma BOE-A-2008-2486*  
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2008-2486>

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2023). *Orden Circular 4/2023: Procedimiento para la justificación de precios en la Dirección General de Carreteras y base de precios de apoyo*.  
[https://www.transportes.gob.es/recursos\\_mfom/comodin/recursos/oc\\_4-2023\\_procedmto\\_justf\\_precios\\_2023\\_y\\_base\\_de\\_apoyo.pdf](https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/oc_4-2023_procedmto_justf_precios_2023_y_base_de_apoyo.pdf)





## ANEJO Nº1. LOCALIZACIÓN Y ANTECEDENTES

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026



E STUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE Crespins), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA  
ANEJO Nº1. LOCALIZACIÓN Y ANTECEDENTES



## ÍNDICE

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN ..... | 1 |
| 2. LOCALIZACIÓN ..... | 1 |
| 3. ANTECEDENTES.....  | 3 |



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se analizará la localización de la carretera CV-585 que conecta el municipio de Enguera con el municipio de Alcudia de Crespins, además de enlazar con dos vías que la conectan con el municipio de Anna. También se explicará su importancia para la movilidad en la zona y cuáles son los antecedentes que han motivado la realización del estudio para su acondicionamiento.

Esta actuación se acomete debido a la necesidad de mejorar la seguridad vial, modificando la geometría a lo largo del trazado, y garantizando una consistencia que permita al conductor encontrarse a lo largo de la carretera con lo que espera, evitando cambios bruscos de velocidad o una consecución de radios con gran variabilidad de amplitud, evidenciados en varios puntos del recorrido, reduciendo así la probabilidad de producirse un accidente y aumentando la comodidad y la seguridad de los usuarios.

Se trata de una carretera autonómica de nivel 1, siendo un grupo de las vías más importantes de la comunidad autónoma, con un alto volumen de tráfico y conectando los pueblos más grandes de la red autonómica. El panel característico de estas carreteras consta de un fondo naranja con letras negras, como puede comprobarse en la “Figura 1”.

La carretera CV-585 es mayormente transitada por vecinos de los pueblos de la zona, aunque también sirve de vía para los vehículos pesados que acceden desde la autovía A-35, y que recorren la carretera en sentido de P.K. descendente hacia el municipio de Enguera

Debido al interés cultural de los municipios de la zona, siendo de especial relevancia el pueblo de Anna y el itinerario poblacional posterior, la carretera CV-585 también sirve de enlace para el turismo proveniente de la autovía contigua. El interés turístico se debe a la existencia de zonas de baño y pozas naturales en los pueblos mencionados anteriormente.



Figura 1. Panel nivel 1 de carretera autonómica. Fuente: Google maps

## 2. LOCALIZACIÓN

La carretera CV-585 está ubicada entre la comarca de la Canal de Navarrés y la comarca de la Costera, al suroeste de la provincia de Valencia. En los primeros 650 metros de su recorrido, desde el P.K. 1+450 hasta el P.K. 2+100, transcurre por la comarca de la Canal de Navarrés, y limita por el norte con la Hoya de Buñol, al noreste con la Ribera Alta, al sur con la Costera y al oeste con el Valle de Cofrentes.

En el tramo restante, la carretera atraviesa la comarca de la Costera, y limita con las comarcas de la Canal de Navarrés y la Ribera Alta al norte, con La Safor al este, al sur con el Valle de Albaida, y al oeste con el Alto Vinalopó, situada en la provincia de Alicante. Ambas comarcas limitan al oeste con la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha.



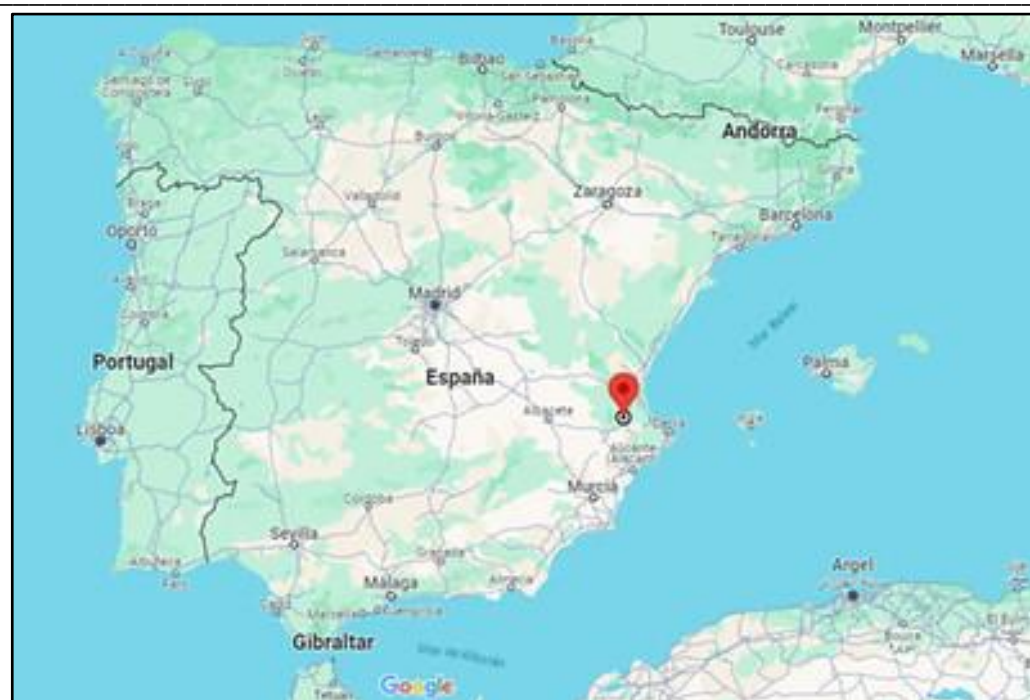


Figura 2. Situación geográfica. Fuente: Google maps



Figura 3. Mapa comarcal. Fuente: Instituto Cartográfico Valenciano

En su recorrido, la carretera CV-585 atraviesa varios municipios de la zona. En orden ascendente de P.K. los municipios por dónde transcurre la carretera son el municipio de Anna, perteneciente a la comarca de la Canal de Navarrés, y los municipios de Xàtiva, Llanera de Ranes, Torrella y Canals, situados en la comarca de la Costera.

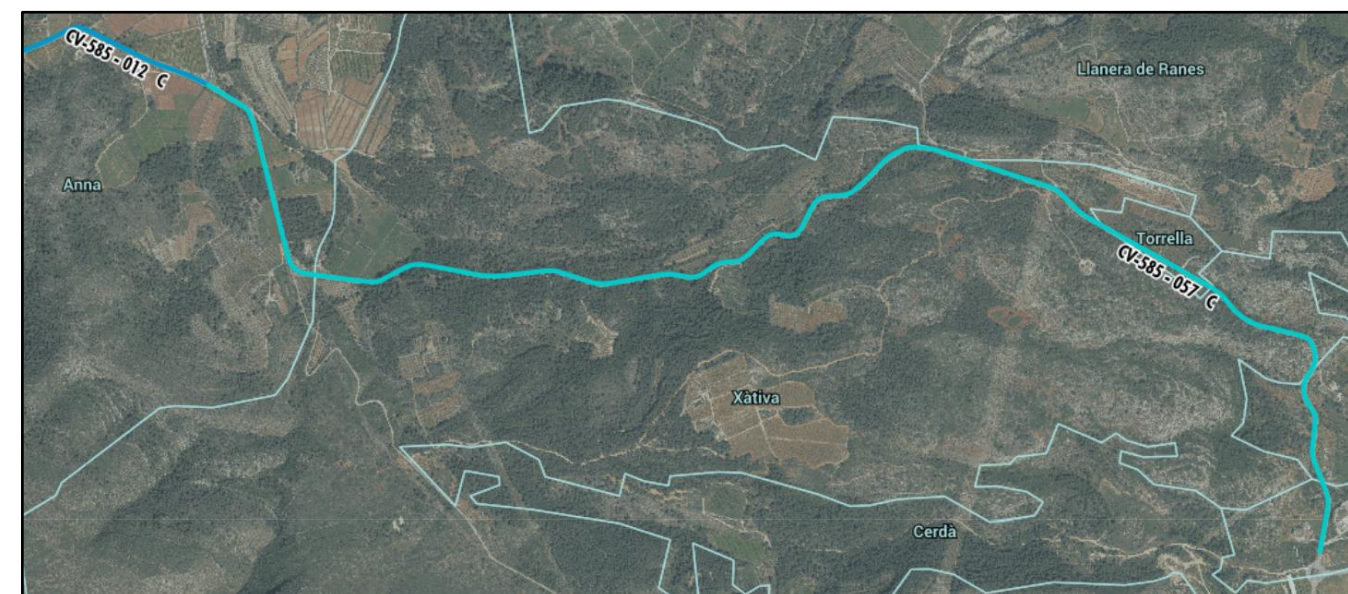


Figura 4. Mapa municipal. Fuente: Visor Cartográfico GVA

El tramo de carretera desde su inicio hasta el P.K. 1+450 no es objeto de estudio ya que no presenta deficiencias significativas. Para acceder a la CV-585, los usuarios acceden desde la intersección con la CV-590, que atraviesa Enguera y extiende su recorrido por más de 50 km hasta Ayora. Dicha carretera en el sentido opuesto de circulación conecta con la autovía A-7 en un tramo de longitud mucho más reducida.

El inicio del trazado de la carretera objeto de estudio se une con la CV-580, una carretera reacondicionada recientemente al tratarse de un tramo de concentración de accidentes debido a su previo estado deficiente, además de por la creciente demanda producida en los últimos años, sirviendo de unión para los pueblos de interés cultural.

En el P.K. 6+000, la CV-585 se une con la autovía A-35 a través de una glorieta, además de continuar su trazado 600 metros hasta su encuentro con la CV-5851. La glorieta también deriva hacia una vía terciaria.





Figura 5. Intersecciones en la carretera CV-585. Fuente: Elaboración propia

La CV-585 es en la mayor parte de su recorrido sinuosa al rodear una montaña, factor condicionante a la hora de diseñarla y favorecer su cumplimiento con la normativa. En varios tramos las alineaciones rectas son de mayor longitud al estar rodeadas en una o ambas márgenes de la carretera por cultivos, favoreciendo este tipo de diseño.

### 3. ANTECEDENTES

En los últimos años, las mejoras realizadas en la carretera se han centrado en la conservación de la capa de rodadura, realizado mediante parches y sellado de grietas. En algunos tramos la longitud de parcheado asciendo hasta los 200 metros de asfaltado continuo. A pesar de ello, se considera que la carretera precisa de actuaciones en su trazado para paliar los problemas existentes en términos de seguridad y comodidad.

Los últimos datos de accidentes registrados sobre la CV-585 datan en 2025. Sin embargo, el último accidente registrado corresponde al año 2020, cuando se produjo un accidente con 1 herido grave y 6 heridos leves.

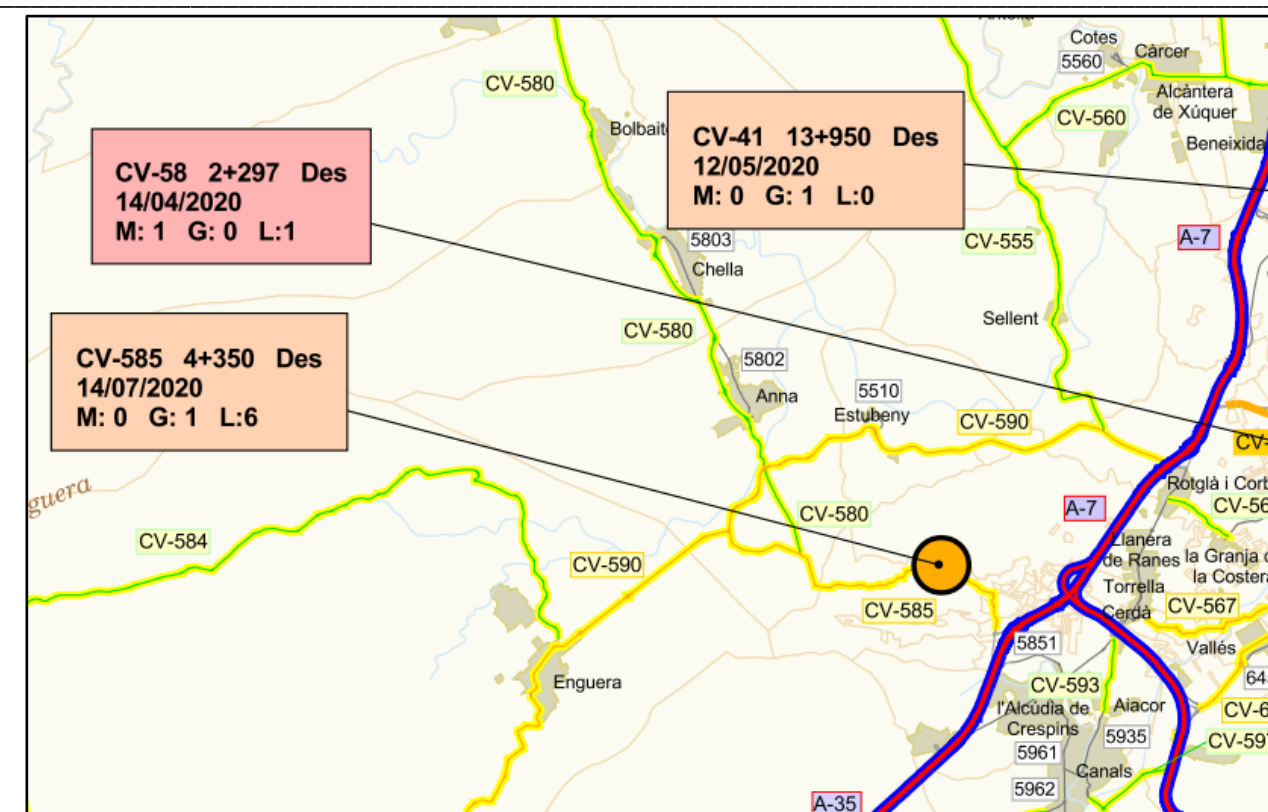


Figura 6. Accidentes producidos en 2020. Fuente: Cegesev

Previo a dicho accidente, el último registro fue en 2018, año en que hubo 8 accidentes en esta misma carretera. Uno de ellos fue un accidente con heridos graves, otro con heridos leves y un total de 6 accidentes sin heridos.

Los datos de accidentalidad son registrados desde el año 2012, junto con sus respectivos mapas de accidentalidad. Desde esa fecha hasta 2025, no se han registrado accidentes con víctimas mortales en la carretera objeto de estudio.

Como se puede observar en la “Figura 7”, destaca un tramo de concentración de accidentes. Este tramo se caracteriza por su sinuosidad, con la consecución de curvas en S que intercalan radios cerrados con radios de mayor curvatura, y con una visibilidad reducida en la mayor parte del recorrido. Según se puede estimar a través del software “Perfil V85” proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho, las diferencias de velocidad entre elementos consecutivos en esta zona son muy elevadas, aumentando la probabilidad de tener un accidente.



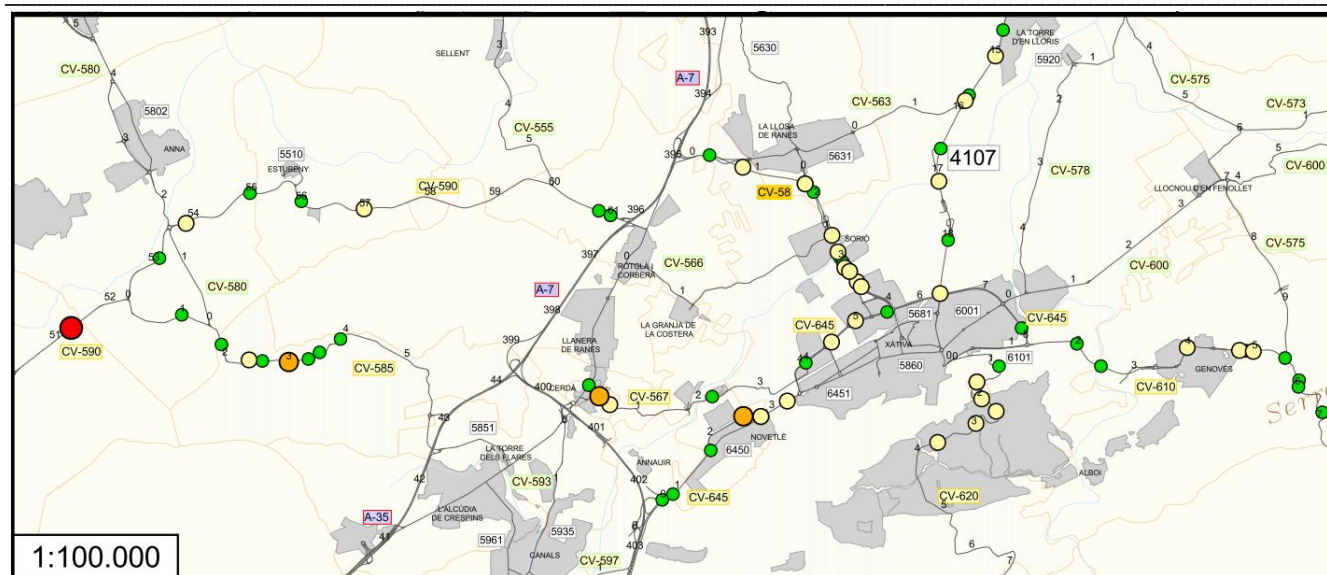


Figura 7. Mapa detalle de accidentes 2018. Fuente: Cegesev

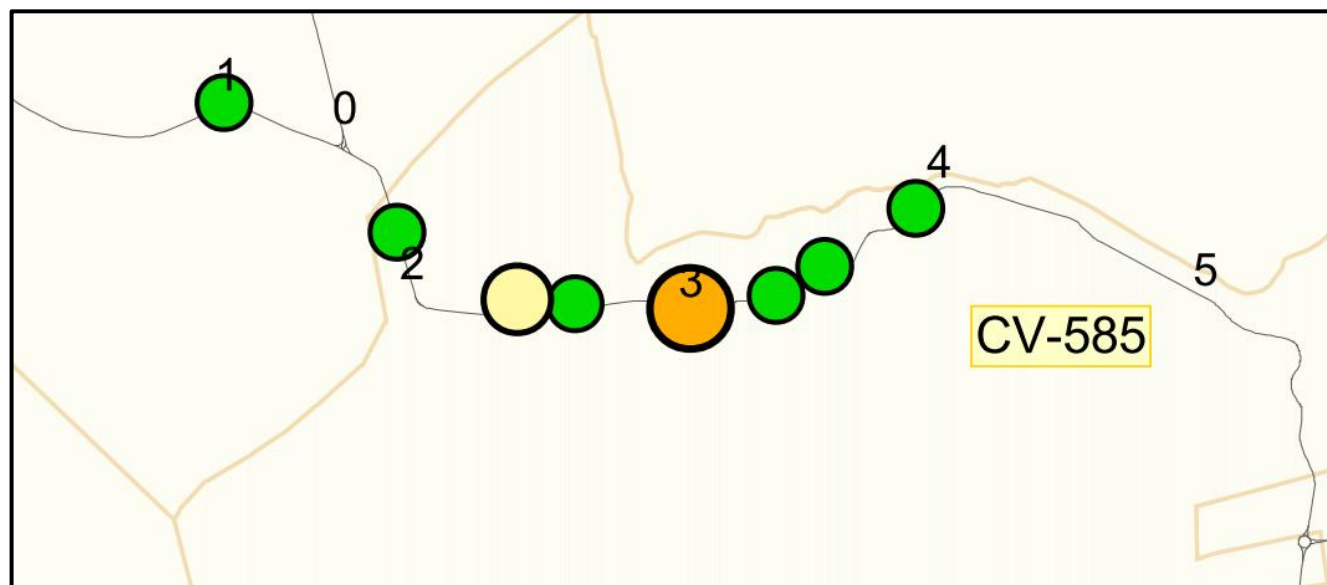


Figura 8. Accidentes en la carretera CV-585 en 2018. Fuente: Cegesev

Para garantizar la seguridad de los usuarios, se debe garantizar la visibilidad tanto a la entrada como a la salida de los accesos. Este ha sido uno de los problemas que ha enfrentado esta carretera a lo largo de los años.

Actualmente se pueden observar algunos accesos que cuentan con una distancia de visibilidad suficiente. Sin embargo, existen varios de ellos que generan una situación de inseguridad para el vehículo que circula por la vía principal como para el vehículo que quiere acceder a ella. En las “Figuras 9 y 10” se observa un ejemplo de esta problemática, donde se requiere la implementación de mejoras con la modificación del trazado y el correspondiente desbroce.



Figura 9. Visibilidad hacia la derecha en el acceso del P.K. 3+990. Fuente: Google maps

En los alrededores de la carretera se encuentran varias edificaciones de vivienda personal y uso industrial y agrícola, además de zonas de cultivo. Esto implica la existencia de multitud de accesos. También se puede encontrar una vía pecuaria que atraviesa la carretera en el P.K. 0+520, y la primera alineación recta del tramo objeto de estudio y el resto de la carretera CV-585 hasta su inicio comparten trayecto con otra vía pecuaria.



*Figura 10. Visibilidad hacia la izquierda en el acceso del P.K. 3+990. Fuente: Google maps*





## ANEJO Nº2: TRAZADO GEOMÉTRICO ACTUAL

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026



## ÍNDICE

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                         | <b>1</b>  |
| <b>2. DISEÑO GEOMÉTRICO .....</b>                    | <b>1</b>  |
| 2.1 TRAZADO EN PLANTA .....                          | 1         |
| 2.1.1 ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA .....         | 5         |
| 2.2 TRAZADO EN ALZADO .....                          | 7         |
| 2.2.1 ESTADO DE RASANTES .....                       | 9         |
| <b>3. SECCIÓN TRANSVERSAL.....</b>                   | <b>9</b>  |
| <b>4. VISIBILIDAD.....</b>                           | <b>10</b> |
| <b>5. CONSISTENCIA.....</b>                          | <b>12</b> |
| 5.1 VELOCIDAD DE OPERACIÓN .....                     | 12        |
| 5.2 TRAMIFICACIÓN.....                               | 13        |
| 5.3 CONSISTENCIA LOCAL.....                          | 13        |
| 5.3.1 IMÁGENES DE TRAMOS DE CONSISTENCIA POBRE ..... | 14        |
| 5.4 CONSISTENCIA GLOBAL .....                        | 17        |
| <b>6. ESTADO ACTUAL DE LA CALZADA .....</b>          | <b>18</b> |
| 6.1 TRAMOS EN MAL ESTADO.....                        | 18        |
| 6.2 REPARACIONES EN LA CALZADA.....                  | 20        |



## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se busca describir la situación actual de la carretera CV-585, analizando las características geométricas de la misma, tanto en alzado como en planta, y permitiendo realizar una comparativa con la Instrucción de Trazado para determinar el grado de cumplimiento.

También se realizará una estimación de los valores de consistencia tanto local como global de la carretera, para así conocer cómo de segura es la carretera y poder proponer cambios y mejoras en el Anejo nº9 de Estudio de alternativas.

La determinación del trazado geométrico actual ha sido posible debido a la utilización del software de modelado “AutoDesk Civil 3D”, donde el lugar geométrico a partir del cual se extraen los datos de la carretera es el eje de la calzada. Del software mencionado también se obtienen las distancias de visibilidad en todo su recorrido, pudiendo comparar los valores extraídos con los requeridos según normativa.

## 2. DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico de una carretera en España se realiza en función de la normativa comprendida en la Norma 3.1-IC de la Instrucción de Carreteras. En este apartado se analizan las características de la carretera CV-585 para realizar una comparativa con la normativa y observar cuáles son los tramos donde el acondicionamiento de la carretera es más necesario. Se realizará un análisis tanto de las condiciones geométricas en planta como en alzado.

Se trata de una carretera tipo C-40 y clasificada en el Grupo 3 según la denominación de carreteras, de calzada única y dos carriles, uno para cada sentido de la circulación. El radio de menor amplitud en todo su trazado es de 38 m, valor que confirma la clasificación de la carretera.

### 2.1 TRAZADO EN PLANTA

La velocidad de proyecto de la carretera es de 40 km/h, y muchas de las condiciones geométricas del trazado están sujetas a este valor.

En primer lugar, se establecen las longitudes máximas y mínimas recomendables para las alineaciones rectas, limitadas para garantizar una acomodación y una adaptación a la conducción seguras, y evitar problemas relacionados con el cansancio o los excesos de

velocidad, entre otros. Los valores establecidos según la Instrucción de Carreteras, estableciendo una velocidad de proyecto  $V_p$  de 40 km/h, se obtienen según las siguientes expresiones:

$$L_{min,s} = 1,39 * V_p = 56 \text{ m}$$

$$L_{min,c} = 2,78 * V_p = 111 \text{ m}$$

$$L_{max} = 16,70 * V_p = 668 \text{ m}$$

En la Tabla 4.1 de la Norma 3.1-IC correspondiente a la “Tabla 1”, se incluyen estos valores para mayor seguridad en su cumplimiento y según la velocidad de proyecto de cada carretera.

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

Tabla 1. Longitudes mínima y máxima recomendables en alineaciones rectas. Fuente: Tabla 4.1. Norma 3.1-IC

Cabe resaltar que estas longitudes son las recomendables por la normativa, no siendo exigido su cumplimiento entre las alineaciones curvas del trazado.

Asimismo, se considerará que una alineación recta es limitada cuando no alcance los valores máximos de longitud recogidos en la Tabla 4.2 de la Norma 3.1-IC correspondiente a la “Tabla 2”.

La recta de longitud limitada se establece en las rectas comprendidas entre dos alineaciones curvas dónde no es posible alcanzar la velocidad máxima de la recta, e influye directamente en la geometría de las curvas consecutivas.

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

Tabla 2. Longitudes máximas de las rectas para ser consideradas de longitud limitada. Fuente: Tabla 4.2. Norma 3.1-IC.

En el caso de la carretera objeto de estudio, la longitud de recta limitada se establece en 30 metros, y casi la mitad de las rectas en todo el recorrido cumplen con esta condición. Se observa que muchas de las rectas no cumplen con las longitudes mínimas establecidas

en la normativa, aunque tampoco se exige su cumplimiento. La recta de menor longitud mide 1,654 metros, situada en el tramo de mayor sinuosidad donde los elementos están altamente condicionados por la orografía de la zona, mientras que la recta de mayor longitud mide 386,777 metros y se encuentra al inicio del recorrido.

El radio mínimo de una curva circular y los peraltes máximos para el diseño de una carretera también dependen de la velocidad de proyecto. En la siguiente tabla correspondiente a la Tabla 4.4 de la Instrucción de Carreteras se pueden comprobar estas condiciones.

En el caso de la CV-585, corresponde un radio mínimo de 50 metros para cada una de las curvas. Muchas de ellas no cumplen con esta condición, siendo necesario su acondicionamiento para poder garantizar una conducción segura.

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

Tabla 3. Relación velocidad de proyecto-radio mínimo-peralte máximo. Fuente: Tabla 4.4. Norma 3.1-IC.



También se puede comprobar que para una velocidad de proyecto de 40 km/h se establece un peralte máximo del 7,00%. Sin embargo, en función del radio de la curva, se establecen una serie de fórmulas para determinar el peralte en cada una de ellas.

| GRUPO | DENOMINACIÓN                                                                                                               | RADIO (m)                   | PERALTE (%)                           |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1     | Autopistas y autovías A-140 y A-130                                                                                        | $850 \leq R \leq 1\ 050$    | 8                                     |
|       |                                                                                                                            | $1\ 050 \leq R \leq 5\ 000$ | $8 - 7,96 \cdot (1 - 1\ 050/R)^{1,2}$ |
|       |                                                                                                                            | $5\ 000 \leq R < 7\ 500$    | 2                                     |
|       |                                                                                                                            | $7\ 500 \leq R$             | Bombeo                                |
| 2     | Autopistas y autovías A-120, A-110, A-100, A-90 y A-80, carreteras multicarril C-100 y carreteras convencionales C-100     | $250 \leq R \leq 700$       | 8                                     |
|       |                                                                                                                            | $700 \leq R \leq 5\ 000$    | $8 - 7,3 \cdot (1 - 700/R)^{1,3}$     |
|       |                                                                                                                            | $5\ 000 \leq R < 7\ 500$    | 2                                     |
|       |                                                                                                                            | $7\ 500 \leq R$             | Bombeo                                |
| 3     | Carreteras multicarril C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40 y carreteras convencionales C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40 | $50 \leq R \leq 350$        | 7                                     |
|       |                                                                                                                            | $350 \leq R \leq 2\ 500$    | $7 - 6,65 \cdot (1 - 350/R)^{1,9}$    |
|       |                                                                                                                            | $2\ 500 \leq R < 3\ 500$    | 2                                     |
|       |                                                                                                                            | $3\ 500 \leq R$             | Bombeo                                |

Tabla 4. Criterios para establecer el peralte en las curvas con radio superior al mínimo. Fuente: Tabla 4.5. Norma 3.1-IC.

El radio de mayor amplitud en toda la carretera es de 230 metros, aplicándose un peralte del 7% a todas las curvas circulares.

En curvas circulares del Grupo 3 cuyo radio sea mayor a 2500 metros, se unirá directamente la alineación recta con la alineación curva. Sin embargo, en curvas circulares con un radio menor a 2500 metros, será necesario la implementación de curvas de acuerdo o curvas de transición.

Este elemento evita las discontinuidades en la curvatura del trazado, proporcionando una continuidad en términos de seguridad y comodidad al resto de alineaciones en la carretera.

La siguiente ecuación relaciona el radio de curvatura y la longitud de la curva de transición con el parámetro de la clotoide.

$$R * L = A^2$$

donde,

- R: Radio de curvatura en un punto cualquiera.
- L: Longitud de la curva entre su punto de inflexión ( $R=\infty$ ) y el punto de radio R.
- A: Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

Asimismo, desde el punto de vista de la comodidad y como ha sido mencionado previamente, se establecen unos valores de parámetro y longitud mínimos para la clotoide, y vienen dados por las ecuaciones siguientes según la Norma 3.1-IC:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_o \cdot V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[ \frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 \cdot \frac{(p_o - p_l)}{\left(1 - \frac{R_e}{R_l}\right)} \right]}$$

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[ \frac{V_e^2}{R_o} \cdot \left( 1 - \frac{R_o}{R_1} \right) - 1,27 \cdot (p_o - p_1) \right]$$

donde,

- $V_e$  (km/h): Velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor.
- $J$  (m/s<sup>3</sup>): Variación de la aceleración centrífuga.
- $R_1$  (m): Radio de la curva circular asociada de radio mayor.
- $R_o$  (m): Radio de la curva asociada de radio menor.
- $p_1$  (%): Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio mayor.
- $p_o$  (%): Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio menor.

Los valores de  $J$  se adoptarán según la siguiente tabla, siendo utilizado  $J_{\max}$  cuando suponga un menor coste total y se justifique la restricción en el trazado.

| $V_e$ (km/h)                   | $V_e < 80$ | $80 \leq V_e < 100$ | $100 \leq V_e < 120$ | $V_e \geq 120$ |
|--------------------------------|------------|---------------------|----------------------|----------------|
| $J$ (m/s <sup>3</sup> )        | 0,5        | 0,4                 | 0,4                  | 0,4            |
| $J_{\max}$ (m/s <sup>3</sup> ) | 0,7        | 0,6                 | 0,5                  | 0,4            |

Tabla 5. Valores de  $J$ . Fuente: Tabla 4.6. Norma 3.1-IC.

A continuación, se presentan las fórmulas simplificadas de  $L_{\min}$  y  $A_{\min}$  para distintos casos concretos:

- Cuando una alineación recta se una a una alineación circular mediante una clotoide.

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_o \cdot V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[ \frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 \cdot p_o \right]}$$

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[ \frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 \cdot p_o \right]$$

- Cuando existe una limitación por la longitud de la transición del peralte.

$$L_{\min} = \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}} \cdot B \cdot k$$

$$A_{\min} = \sqrt{R \cdot B \cdot k \cdot \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}}}$$

donde,

- $L_{\min}$  (m): Longitud mínima de transición del peralte.
- $p_f$  (%): Peralte final con su signo.
- $p_i$  (%): Peralte inicial con su signo al inicio de la clotoide.
- $B$  (m): Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte.
- $k$ : Factor de ajuste, función del número de carriles que giran; se considerarán los siguientes valores:
  - $k = 1,00$  si gira un carril
  - $k = 0,75$  si giran dos carriles
  - $k = 0,67$  si giran tres carriles o más carriles
- Cuando la presencia de una curva de acuerdo resulte fácilmente perceptible por el conductor.





ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPIÑS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA  
ANEJO Nº2. TRAZADO GEOMÉTRICO ACTUAL



$$L_{\min} = \frac{R_o}{9} \Rightarrow A_{\min} = \frac{R_o}{3}$$
$$L_{\min} = 2 \cdot \sqrt{3 \cdot R_o} \Rightarrow A_{\min} = (12 \cdot R_o^3)^{1/4}$$

Donde,

- $L_{\min}$  (m): Longitud.
- $R_o$  (m): Radio de la curva circular.

Si bien gran parte de las alineaciones curvas están compuestas por una curva circular y dos clotoides simétricas, denominadas en su conjunto curvas de transición, muchas de las clotoides no cumplen con los parámetros y las longitudes mínimos exigidos por la Instrucción de Trazado, y en el último tramo del trazado se pueden observar una consecución de alineaciones rectas y curvas sin clotoides entre sí.

### 2.1.1 ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA

En el siguiente estado de alineaciones del trazado en planta se pueden apreciar las longitudes, radios y parámetros de las clotoides del trazado actual de la carretera CV-585 y su cumplimiento con la normativa, de forma independiente y como consecución de elementos del trazado. Todo según la Norma 3.1-IC de la Instrucción de carreteras.

|   | Elemento          | P.K. inicial | P.K. final | Longitud | Radio   | A       | CUMPLIMIENTO NORMATIVA |                |                 |               |          |
|---|-------------------|--------------|------------|----------|---------|---------|------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------|
|   |                   |              |            |          |         |         | Radio mínimo           | Radios consec. | Longitud mínima | Parámetro (A) | CL-CC-CL |
| 1 | Recta-No Limitada | 0+000.00m    | 0+051.25m  | 51.248m  | -       | -       |                        |                | NO CUMPLE       |               |          |
| 2 | Clotoide          | 0+051.25m    | 0+092.92m  | 41.667m  |         | 50.000m |                        |                | CUMPLE          | CUMPLE        |          |
| 3 | Curva circular    | 0+092.92m    | 0+097.20m  | 4.281m   | 60.000m |         | CUMPLE                 | NO CUMPLE      |                 |               | CUMPLE   |
| 4 | Clotoide          | 0+097.20m    | 0+138.86m  | 41.667m  |         | 50.000m |                        |                | CUMPLE          | CUMPLE        |          |

|    |                   |           |           |          |          |          |        |           |  |  |           |        |
|----|-------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|--------|-----------|--|--|-----------|--------|
| 5  | Recta-No Limitada | 0+138.86m | 0+525.64m | 386.777m | -        | -        |        |           |  |  | CUMPLE    |        |
| 6  | Clotoide          | 0+525.64m | 0+565.45m | 39.812m  |          | 45.500m  |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 7  | Curva circular    | 0+565.45m | 0+587.51m | 22.057m  | 52.000m  |          | CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |           | CUMPLE |
| 8  | Clotoide          | 0+587.51m | 0+627.32m | 39.812m  |          | 45.500m  |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 9  | Recta-No Limitada | 0+627.32m | 0+780.58m | 153.256m | -        | -        |        |           |  |  | CUMPLE    |        |
| 10 | Clotoide          | 0+780.58m | 0+823.63m | 43.047m  |          | 54.500m  |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 11 | Curva circular    | 0+823.63m | 0+826.26m | 2.637m   | 69.000m  |          | CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |           | CUMPLE |
| 12 | Clotoide          | 0+826.26m | 0+869.31m | 43.047m  |          | 54.500m  |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 13 | Recta-Limitada    | 0+869.31m | 0+880.25m | 10.938m  | -        | -        |        |           |  |  | NO CUMPLE |        |
| 14 | Clotoide          | 0+880.25m | 0+929.25m | 49.000m  |          | 70.000m  |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 15 | Curva circular    | 0+929.25m | 0+952.57m | 23.325m  | 100.000m |          | CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |           | CUMPLE |
| 16 | Clotoide          | 0+952.57m | 1+001.57m | 49.000m  |          | 70.000m  |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 17 | Recta-No Limitada | 1+001.57m | 1+107.74m | 106.167m | -        | -        |        |           |  |  | CUMPLE    |        |
| 18 | Clotoide          | 1+107.74m | 1+160.76m | 53.018m  |          | 108.000m |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 19 | Curva circular    | 1+160.76m | 1+174.66m | 13.900m  | 220.000m |          | CUMPLE | CUMPLE    |  |  |           | CUMPLE |
| 20 | Clotoide          | 1+174.66m | 1+227.68m | 53.018m  |          | 108.000m |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 21 | Recta-No Limitada | 1+227.68m | 1+301.27m | 73.595m  | -        | -        |        |           |  |  | CUMPLE    |        |
| 22 | Clotoide          | 1+301.27m | 1+352.47m | 51.200m  |          | 80.000m  |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 23 | Curva circular    | 1+352.47m | 1+355.55m | 3.076m   | 125.000m |          | CUMPLE | CUMPLE    |  |  |           | CUMPLE |
| 24 | Clotoide          | 1+355.55m | 1+406.75m | 51.200m  |          | 80.000m  |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |
| 25 | Recta-No Limitada | 1+406.75m | 1+443.27m | 36.520m  | -        | -        |        |           |  |  | NO CUMPLE |        |
| 26 | Clotoide          | 1+443.27m | 1+491.71m | 48.445m  |          | 73.000m  |        |           |  |  | CUMPLE    | CUMPLE |



ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPIÑS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA  
ANEJO Nº2. TRAZADO GEOMÉTRICO ACTUAL



|    |                       |           |           |          |          |         |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  |           |           |
|----|-----------------------|-----------|-----------|----------|----------|---------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|-----------|-----------|
| 27 | Curva circular        | 1+491.71m | 1+497.04m | 5.327m   | 110.000m |         | CUMPLE    | CUMPLE    |        |           |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 28 | Clotoide              | 1+497.04m | 1+545.48m | 48.445m  |          | 73.000m |           |           | CUMPLE | CUMPLE    |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 29 | Recta-<br>No Limitada | 1+545.48m | 1+661.41m | 115.923m | -        | -       |           |           | CUMPLE |           |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 30 | Curva circular        | 1+661.41m | 1+732.41m | 71.001m  | 200.000m |         | CUMPLE    | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE |           |
| 31 | Recta-<br>Limitada    | 1+732.41m | 1+737.96m | 5.551m   | -        | -       |           |           |        | NO CUMPLE |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 32 | Clotoide              | 1+737.96m | 1+780.20m | 42.242m  |          | 48.201m |           |           | CUMPLE | CUMPLE    |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 33 | Curva circular        | 1+780.20m | 1+786.59m | 6.389m   | 55.000m  |         | CUMPLE    | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 34 | Clotoide              | 1+786.59m | 1+821.59m | 35.000m  |          | 43.875m |           |           |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |  |  |  |           |           |
| 35 | Recta-<br>Limitada    | 1+821.59m | 1+823.38m | 1.784m   | -        | -       |           |           |        | NO CUMPLE |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 36 | Clotoide              | 1+823.38m | 1+858.38m | 35.000m  |          | 47.697m |           |           |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |  |  |  |           |           |
| 37 | Curva circular        | 1+858.38m | 1+861.18m | 2.802m   | 65.000m  |         | CUMPLE    | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 38 | Clotoide              | 1+861.18m | 1+896.18m | 35.000m  |          | 47.697m |           |           |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |  |  |  |           |           |
| 39 | Recta-<br>Limitada    | 1+896.18m | 1+904.91m | 8.732m   | -        | -       |           |           |        | NO CUMPLE |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 40 | Clotoide              | 1+904.91m | 1+910.53m | 5.625m   |          | 15.000m |           |           |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |  |  |  |           |           |
| 41 | Curva circular        | 1+910.53m | 1+916.79m | 6.258m   | 40.000m  |         | NO CUMPLE | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 42 | Clotoide              | 1+916.79m | 1+956.79m | 40.000m  |          | 40.000m |           |           |        | CUMPLE    | CUMPLE    |  |  |  |  |  |           |           |
| 43 | Recta-<br>No Limitada | 1+956.79m | 2+000.96m | 44.166m  | -        | -       |           |           |        | NO CUMPLE |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 44 | Clotoide              | 2+000.96m | 2+040.21m | 39.250m  |          | 42.027m |           |           |        | CUMPLE    | CUMPLE    |  |  |  |  |  |           |           |
| 45 | Curva circular        | 2+040.21m | 2+056.45m | 16.247m  | 45.000m  |         | NO CUMPLE | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 46 | Clotoide              | 2+056.45m | 2+076.45m | 20.000m  |          | 30.000m |           |           |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |  |  |  |           |           |
| 47 | Recta-<br>Limitada    | 2+076.45m | 2+078.11m | 1.654m   | -        | -       |           |           |        | NO CUMPLE |           |  |  |  |  |  |           |           |
| 48 | Clotoide              | 2+078.11m | 2+092.03m | 13.921m  |          | 23.000m |           |           |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |  |  |  |           |           |
| 49 | Curva circular        | 2+092.03m | 2+120.85m | 28.819m  | 38.000m  |         |           |           |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |  |  |  |           |           |
| 50 | Clotoide              | 2+120.85m | 2+150.85m | 30.000m  |          | 33.764m |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 51 | Recta-<br>No Limitada | 2+150.85m | 2+197.72m | 46.872m  | -        | -       |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE |           |
| 52 | Clotoide              | 2+197.72m | 2+237.15m | 39.427m  |          | 39.713m |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 53 | Curva circular        | 2+237.15m | 2+238.15m | 0.998m   | 40.000m  |         |           |           |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |  |  |  |  |  |           | CUMPLE    |
| 54 | Clotoide              | 2+238.15m | 2+277.57m | 39.427m  |          | 39.713m |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 55 | Recta-<br>Limitada    | 2+277.57m | 2+290.99m | 13.417m  | -        | -       |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE |           |
| 56 | Clotoide              | 2+290.99m | 2+332.66m | 41.667m  |          | 50.000m |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 57 | Curva circular        | 2+332.66m | 2+332.73m | 0.077m   | 60.000m  |         | CUMPLE    | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  |           | CUMPLE    |
| 58 | Clotoide              | 2+332.73m | 2+374.40m | 41.667m  |          | 50.000m |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 59 | Recta-<br>No Limitada | 2+374.40m | 2+473.53m | 99.129m  | -        | -       |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | CUMPLE    |           |
| 60 | Curva circular        | 2+473.53m | 2+495.07m | 21.544m  | 79.075m  |         | CUMPLE    | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  |           | NO CUMPLE |
| 61 | Recta-<br>Limitada    | 2+495.07m | 2+511.63m | 16.551m  | -        | -       |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE |           |
| 62 | Clotoide              | 2+511.63m | 2+549.84m | 38.214m  |          | 51.720m |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 63 | Curva circular        | 2+549.84m | 2+556.55m | 6.707m   | 70.000m  |         | CUMPLE    | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  |           | CUMPLE    |
| 64 | Clotoide              | 2+556.55m | 2+594.76m | 38.214m  |          | 51.720m |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 65 | Recta-<br>Limitada    | 2+594.76m | 2+607.59m | 12.826m  | -        | -       |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE |           |
| 66 | Curva circular        | 2+607.59m | 2+637.38m | 29.789m  | 168.296m |         | CUMPLE    | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  |           | NO CUMPLE |
| 67 | Recta-<br>No Limitada | 2+637.38m | 2+978.92m | 341.549m | -        | -       |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | CUMPLE    |           |
| 68 | Clotoide              | 2+978.92m | 2+990.17m | 11.250m  |          | 30.000m |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 69 | Curva circular        | 2+990.17m | 3+011.08m | 20.905m  | 80.000m  |         | CUMPLE    | NO CUMPLE |        |           |           |  |  |  |  |  |           | CUMPLE    |
| 70 | Clotoide              | 3+011.08m | 3+035.72m | 24.642m  |          | 44.400m |           |           |        |           |           |  |  |  |  |  | NO CUMPLE | NO CUMPLE |





ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPIÑS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA  
ANEJO Nº2. TRAZADO GEOMÉTRICO ACTUAL



|    |                   |           |           |          |          |          |        |           |           |
|----|-------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|--------|-----------|-----------|
| 71 | Recta-Limitada    | 3+035.72m | 3+042.40m | 6.678m   | -        | -        |        | NO CUMPLE |           |
| 72 | Clotoide          | 3+042.40m | 3+095.97m | 53.570m  |          | 111.000m |        | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 73 | Curva circular    | 3+095.97m | 3+107.68m | 11.713m  | 230.000m |          | CUMPLE | NO CUMPLE | CUMPLE    |
| 74 | Clotoide          | 3+107.68m | 3+161.25m | 53.570m  |          | 111.000m |        | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 75 | Recta-No Limitada | 3+161.25m | 3+527.30m | 366.043m | -        | -        |        | CUMPLE    |           |
| 76 | Clotoide          | 3+527.30m | 3+575.74m | 48.445m  |          | 73.000m  |        | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 77 | Curva circular    | 3+575.74m | 3+587.55m | 11.809m  | 110.000m |          | CUMPLE | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 78 | Clotoide          | 3+587.55m | 3+595.73m | 8.182m   |          | 30.000m  |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 79 | Recta-Limitada    | 3+595.73m | 3+608.11m | 12.380m  | -        | -        |        | NO CUMPLE |           |
| 80 | Clotoide          | 3+608.11m | 3+648.11m | 40.000m  |          | 80.000m  |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 81 | Curva circular    | 3+648.11m | 3+706.20m | 58.089m  | 160.000m |          | CUMPLE | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 82 | Clotoide          | 3+706.20m | 3+758.47m | 52.272m  |          | 91.452m  |        | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 83 | Recta-No Limitada | 3+758.47m | 3+850.15m | 91.677m  | -        | -        |        | CUMPLE    |           |
| 84 | Curva circular    | 3+850.15m | 3+902.85m | 52.698m  | 50.000m  |          | CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 85 | Recta-Limitada    | 3+902.85m | 3+913.84m | 10.995m  | -        | -        |        | NO CUMPLE |           |
| 86 | Curva circular    | 3+913.84m | 3+970.17m | 56.329m  | 65.000m  |          | CUMPLE | CUMPLE    | NO CUMPLE |
| 87 | Recta-Limitada    | 3+970.17m | 3+993.35m | 23.184m  | -        | -        |        | NO CUMPLE |           |
| 88 | Curva circular    | 3+993.35m | 4+077.87m | 84.514m  | 72.000m  |          | CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 89 | Recta-Limitada    | 4+077.87m | 4+103.34m | 25.471m  | -        | -        |        | NO CUMPLE |           |
| 90 | Curva circular    | 4+103.34m | 4+139.54m | 36.202m  | 50.000m  |          | CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 91 | Recta-No Limitada | 4+139.54m | 4+211.07m | 71.530m  | -        | -        |        | CUMPLE    |           |
| 92 | Curva circular    | 4+211.07m | 4+257.41m | 46.340m  | 90.000m  |          | CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE |

|    |                   |           |           |          |         |         |        |           |           |
|----|-------------------|-----------|-----------|----------|---------|---------|--------|-----------|-----------|
| 93 | Recta-No Limitada | 4+257.41m | 4+325.20m | 67.790m  | -       | -       |        | CUMPLE    |           |
| 94 | Clotoide          | 4+325.20m | 4+365.80m | 40.594m  |         | 62.100m |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 95 | Curva circular    | 4+365.80m | 4+379.61m | 13.817m  | 95.000m |         | CUMPLE | NO CUMPLE | CUMPLE    |
| 96 | Clotoide          | 4+379.61m | 4+420.21m | 40.594m  |         | 62.100m |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 97 | Recta-No Limitada | 4+420.21m | 4+550.00m | 129.794m | -       | -       |        | CUMPLE    |           |

Tabla 6. Estado de alineaciones en planta. Fuente: Elaboración propia.

## 2.2 TRAZADO EN ALZADO

Los elementos que componen el trazado en alzado son las rasantes con inclinación uniforme, y las curvas de acuerdo vertical o parábola. Ambas deben cumplir con los valores máximos y mínimos incluidos en la Instrucción de Carreteras.

Al tratarse de una carretera de calzada única y doble sentido de circulación, la definición del trazado en alzado será referido con respecto al eje de la calzada. Del mismo modo que las alineaciones en planta, toda la geometría ha sido tomada con respecto a este elemento geométrico.

Para carreteras convencionales se establecen unos valores máximos de inclinación de las rasantes en función de la velocidad de proyecto. Para la carretera CV-585, esta inclinación no será superior al 7%, salvo en situaciones excepcionales donde la inclinación podrá alcanzar hasta el 10%. Estos valores se pueden observar en la Tabla 5.2 de la Norma 3.1-IC, correspondiente a la “Tabla 7”.

El valor mínimo de inclinación de la rasante no deberá ser menor al 0,5%, y excepcionalmente dicho valor podrá alcanzar hasta el 0,2%.

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

Tabla 7. Inclinationes máxima y excepcional de la rasante. Fuente: Tabla 5.2. Norma 3.1-IC.

Algunas de las rasantes de la CV-585 recurren al valor de inclinación excepcional. Sin embargo, también se observan tramos donde no existe prácticamente inclinación y su valor está por debajo de 0,2% de pendiente, pudiendo ser un problema para el drenaje de la carretera provocando acumulaciones de agua y repercutiendo en la seguridad de los usuarios.

En cuanto a los acuerdos verticales, se disponen unos valores del parámetro para los cuáles se obtiene una visibilidad de parada y una visibilidad de adelantamiento suficientes con una altura de obstáculo de 0,50 metros, con distinción para los acuerdos convexos y los acuerdos cóncavos.

| GRUPO | VELOCIDAD DE PROYECTO<br>( $V_p$ )<br>(km/h) | ACUERDOS CONVEXOS   |                             | ACUERDOS CÓNCAVOS   |                             |
|-------|----------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|
|       |                                              | $K_v$ (m)<br>PARADA | $K_v$ (m)<br>ADELANTAMIENTO | $K_v$ (m)<br>PARADA | $K_v$ (m)<br>ADELANTAMIENTO |
| 1     | 140                                          | 22 000              | –                           | 10 300              | –                           |
|       | 130                                          | 16 000              | –                           | 8 600               | –                           |
| 2     | 120                                          | 11 000              | –                           | 7 100               | –                           |
|       | 110                                          | 7 600               | –                           | 5 900               | –                           |
|       | 100                                          | 5 200               | 7 100                       | 4 800               | 7 800                       |
|       | 90                                           | 3 500               | 4 800                       | 3 800               | 6 500                       |
|       | 80                                           | 2 300               | 3 100                       | 3 000               | 5 400                       |
| 3     | 90                                           | 3 500               | 4 800                       | 3 800               | 6 500                       |
|       | 80                                           | 2 300               | 3 100                       | 3 000               | 5 400                       |
|       | 70                                           | 1 400               | 2 000                       | 2 300               | 4 400                       |
|       | 60                                           | 800                 | 1 200                       | 1 650               | 3 600                       |
|       | 50                                           | 450                 | 650                         | 1 160               | 3 000                       |
|       | 40                                           | 250                 | 300                         | 760                 | 2 400                       |

Tabla 8. Parámetros mínimos de los acuerdos verticales para disponer de visibilidad de parada de cualquier clase de carretera y de visibilidad de adelantamiento en carreteras convencionales. Fuente: Tabla 5.3. Norma 3.1-IC.

Todos los acuerdos verticales cumplen con los parámetros mínimos exigidos según la Instrucción de Carreteras.

Por otro lado, según el apartado 5.3.2.2 de consideraciones de percepción visual de la normativa, la longitud de la curva de acuerdo vertical será igual o superior a la velocidad de proyecto  $V_p$ .

$$L \geq V_p$$

donde,

- $L$  (m): Longitud de la curva de acuerdo.
- $V_p$  (km/h): Velocidad de proyecto.

Esta condición es la menos cumplida, siendo necesaria la modificación de las rasantes para garantizar la suficiente visibilidad de la carretera a los conductores y evitar situaciones inesperadas.

### 2.2.1 ESTADO DE RASANTES

En el siguiente estado de rasantes del trazado original se comprueba el cumplimiento con la normativa de los elementos en alzado, según la Norma 3.1-IC de la Instrucción de Carreteras.

|   | Tipo    | P.K. de VAV | Elevación de VAV | T.E.   | T.S.   | Longitud | Kv        | CUMPLIMIENTO NORMATIVA |                |                |        |
|---|---------|-------------|------------------|--------|--------|----------|-----------|------------------------|----------------|----------------|--------|
|   |         |             |                  |        |        |          |           | Rasante máxima         | Rasante mínima | Percep. visual | Kv     |
| 1 |         | 0+000.00m   | 240.641m         |        | 5.12%  |          |           | CUMPLE                 | CUMPLE         |                |        |
| 2 | Convexo | 0+342.82m   | 258.192m         | 5.12%  | 3.59%  | 78.073m  | 5099.373m | CUMPLE                 | CUMPLE         | CUMPLE         | CUMPLE |
| 3 | Convexo | 0+475.00m   | 262.936m         | 3.59%  | 1.88%  | 100.564m | 5883.629m | CUMPLE                 | CUMPLE         | CUMPLE         | CUMPLE |
| 4 | Convexo | 0+562.28m   | 264.577m         | 1.88%  | -3.88% | 47.009m  | 816.680m  | CUMPLE                 | CUMPLE         | CUMPLE         | CUMPLE |
| 5 | Cóncavo | 0+744.86m   | 257.499m         | -3.88% | 0.61%  | 34.102m  | 760.000m  | CUMPLE                 | CUMPLE         | NO CUMPLE      | CUMPLE |
| 6 | Convexo | 0+842.55m   | 258.095m         | 0.61%  | -5.79% | 47.853m  | 748.049m  | CUMPLE                 | CUMPLE         | CUMPLE         | CUMPLE |
| 7 | Cóncavo | 0+972.68m   | 250.566m         | -5.79% | -0.82% | 97.081m  | 1955.226m | CUMPLE                 | CUMPLE         | CUMPLE         | CUMPLE |

|    |         |           |          |        |        |          |           |             |             |           |        |
|----|---------|-----------|----------|--------|--------|----------|-----------|-------------|-------------|-----------|--------|
| 8  | Convexo | 1+076.57m | 249.713m | -0.82% | -4.23% | 40.049m  | 1174.009m | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 9  | Convexo | 1+192.00m | 244.827m | -4.23% | -6.19% | 16.540m  | 846.357m  | CUMPLE      | CUMPLE      | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 10 | Cóncavo | 1+422.27m | 230.581m | -6.19% | -2.54% | 27.731m  | 760.000m  | CUMPLE      | CUMPLE      | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 11 | Cóncavo | 1+606.72m | 225.899m | -2.54% | 0.06%  | 58.329m  | 2242.242m | CUMPLE      | NO CUMPLE   | CUMPLE    | CUMPLE |
| 12 | Cóncavo | 1+655.73m | 225.930m | 0.06%  | 3.75%  | 27.999m  | 760.000m  | CUMPLE      | NO CUMPLE   | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 13 | Convexo | 1+716.50m | 228.208m | 3.75%  | 0.07%  | 47.043m  | 1279.298m | CUMPLE      | NO CUMPLE   | CUMPLE    | CUMPLE |
| 14 | Convexo | 1+857.52m | 228.307m | 0.07%  | -4.71% | 11.942m  | 250.000m  | CUMPLE      | NO CUMPLE   | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 15 | Cóncavo | 1+930.04m | 224.894m | -4.71% | -0.63% | 68.445m  | 1679.367m | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 16 | Convexo | 2+006.31m | 224.412m | -0.63% | -4.29% | 49.931m  | 1364.229m | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 17 | Cóncavo | 2+097.69m | 220.491m | -4.29% | 1.34%  | 42.800m  | 760.000m  | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 18 | Convexo | 2+197.72m | 221.832m | 1.34%  | -0.41% | 48.703m  | 2776.265m | CUMPLE      | EXCEPCIONAL | CUMPLE    | CUMPLE |
| 19 | Cóncavo | 2+332.32m | 221.275m | -0.41% | 3.94%  | 42.391m  | 972.975m  | CUMPLE      | EXCEPCIONAL | CUMPLE    | CUMPLE |
| 20 | Convexo | 2+543.36m | 229.597m | 3.94%  | 1.52%  | 20.114m  | 830.975m  | CUMPLE      | CUMPLE      | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 21 | Convexo | 2+898.27m | 235.002m | 1.52%  | -4.94% | 54.736m  | 846.314m  | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 22 | Cóncavo | 3+110.22m | 224.521m | -4.94% | -3.39% | 28.331m  | 1826.079m | CUMPLE      | CUMPLE      | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 23 | Convexo | 3+456.43m | 212.772m | -3.39% | -7.94% | 111.418m | 2451.639m | EXCEPCIONAL | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 24 | Cóncavo | 4+020.16m | 168.022m | -7.94% | -2.20% | 59.898m  | 1044.683m | EXCEPCIONAL | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 25 | Cóncavo | 4+160.70m | 164.924m | -2.20% | 0.37%  | 87.222m  | 3381.751m | CUMPLE      | EXCEPCIONAL | CUMPLE    | CUMPLE |
| 26 |         | 4+550.00m | 166.383m | 0.37%  |        |          |           | CUMPLE      | EXCEPCIONAL |           |        |

Tabla 9. Estado de rasantes. Fuente: Elaboración propia.

### 3. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal de la carretera deberá atender a las especificaciones recogidas en la Tabla 7.1 de la Norma 3.1-IC, correspondiente a la "Tabla 10". En ella se encuentran las dimensiones de los carriles, los arcenes y las bermas según la velocidad de proyecto y la clase de carretera.



Para la carretera CV-585 con una velocidad de proyecto de 40 km/h, se deberá cumplir un ancho de carril de entre 3,00-3,50 metros, un ancho de arcenes de 0,50 o 1,00 metros, y un ancho mínimo de bermas de 0,50 metros.

Actualmente la carretera cuenta con un ancho de carril de 3,50 metros y un arcén de 1 metro, con un ancho total de la calzada de 9 metros. Estas dimensiones no cumplen con la Normativa al no disponer de una berma de al menos 0,50 metros, por lo que habrá que ajustar la calzada a los valores mínimos exigidos o justificar su ausencia.

| CLASE DE CARRETERA                                               | VELOCIDAD DE PROYECTO (V <sub>p</sub> ) (km/h) | ANCHO (m)   |                      |                    |                 | NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|----------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                                  |                                                | CARRILES    | ARCENES              |                    | BERMAS (MÍNIMO) |                                                                   |
|                                                                  |                                                |             | INTERIOR / IZQUIERDO | EXTERIOR / DERECHO |                 |                                                                   |
| Autopista y autovía                                              | 140, 130 y 120                                 | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | C                                                                 |
|                                                                  | 110 y 100                                      | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,00                 | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
| Carretera multicarril                                            | 100                                            | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,00                 | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 0,50 / 1,00          | 1,50 / 2,50        | 1,00            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,25 a 3,50 | 0,50 / 1,00          | 1,00 / 1,50        | 0,50            | E                                                                 |
| Carretera convencional                                           | 100                                            | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 1,00 / 1,50          |                    | 0,75            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,00 a 3,50 | 0,50 / 1,00          |                    | 0,50            | E                                                                 |
| Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único | 100                                            | 3,50        | 1,50                 | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,50        | 0,50 / 1,00          | 1,50 / 2,50        | 1,00            | E                                                                 |
| Ramal de enlace de doble sentido                                 | 100                                            | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,50        | 1,50 / 2,50          |                    | 1,00            | E                                                                 |
| Vía de servicio de sentido único                                 | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,00                 | 1,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 1,00                 | 1,00 / 1,50        | 0,75            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,00 a 3,50 | 0,50 / 1,00          | 1,00               | 0,50            | E                                                                 |
| Vía de servicio de doble sentido                                 | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 1,00 / 1,50          |                    | 0,75            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,00 a 3,50 | 0,50 / 1,00          |                    | 0,50            | E                                                                 |

Tabla 10. Dimensiones de la sección transversal. Fuente: Tabla 7.1. Norma 3.1-IC.

#### 4. VISIBILIDAD

La visibilidad en una carretera es un factor esencial para garantizar la seguridad de los usuarios. En cualquier punto de la carretera, se deberá disponer de una distancia de visibilidad suficiente. Esta distancia será en función de la disposición de los elementos del trazado y de los elementos del entorno que entorpezcan la visibilidad en las alineaciones curvas, ya sean los desmontes o la propia fauna de la zona.

La distancia de visibilidad se mide desde el punto de vista del conductor, establecida y estandarizada en la Instrucción de Carreteras a una altura de 1,10 metros sobre la calzada y a una distancia de 1,50 metros del borde derecho de cada carril en el sentido de la marcha.

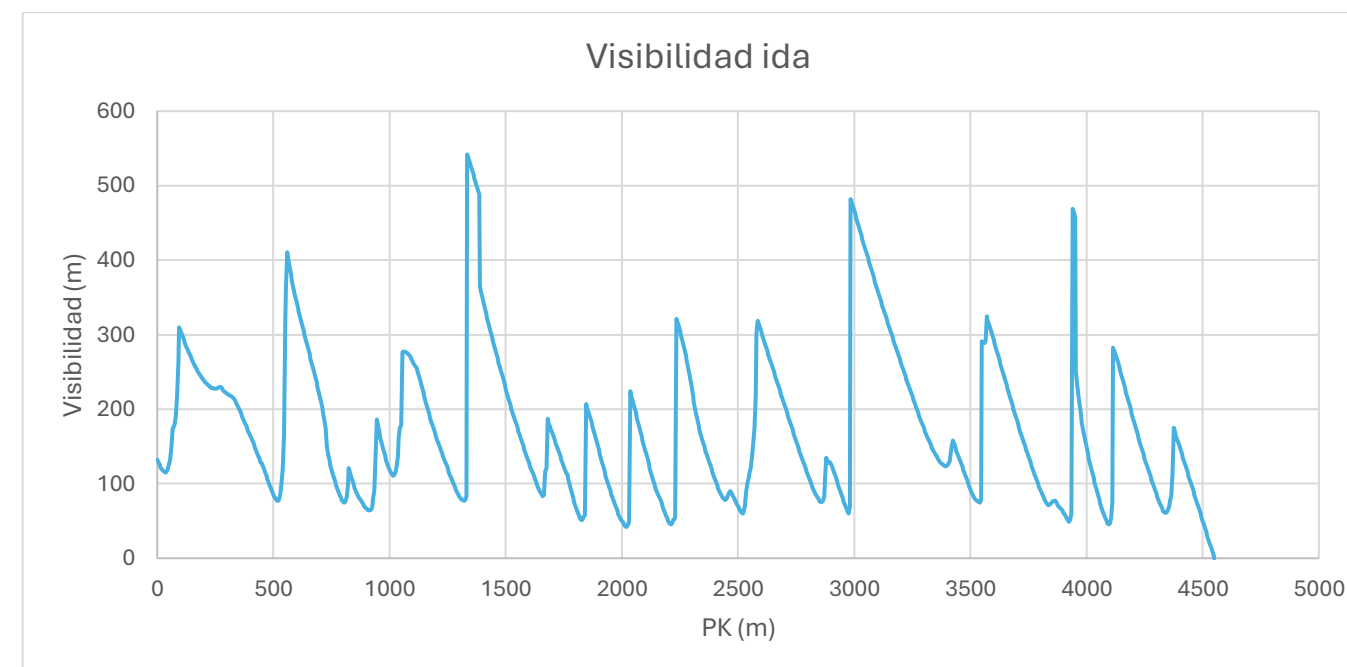


Figura 1, Visibilidad en el sentido creciente de PK. Fuente: Elaboración propia

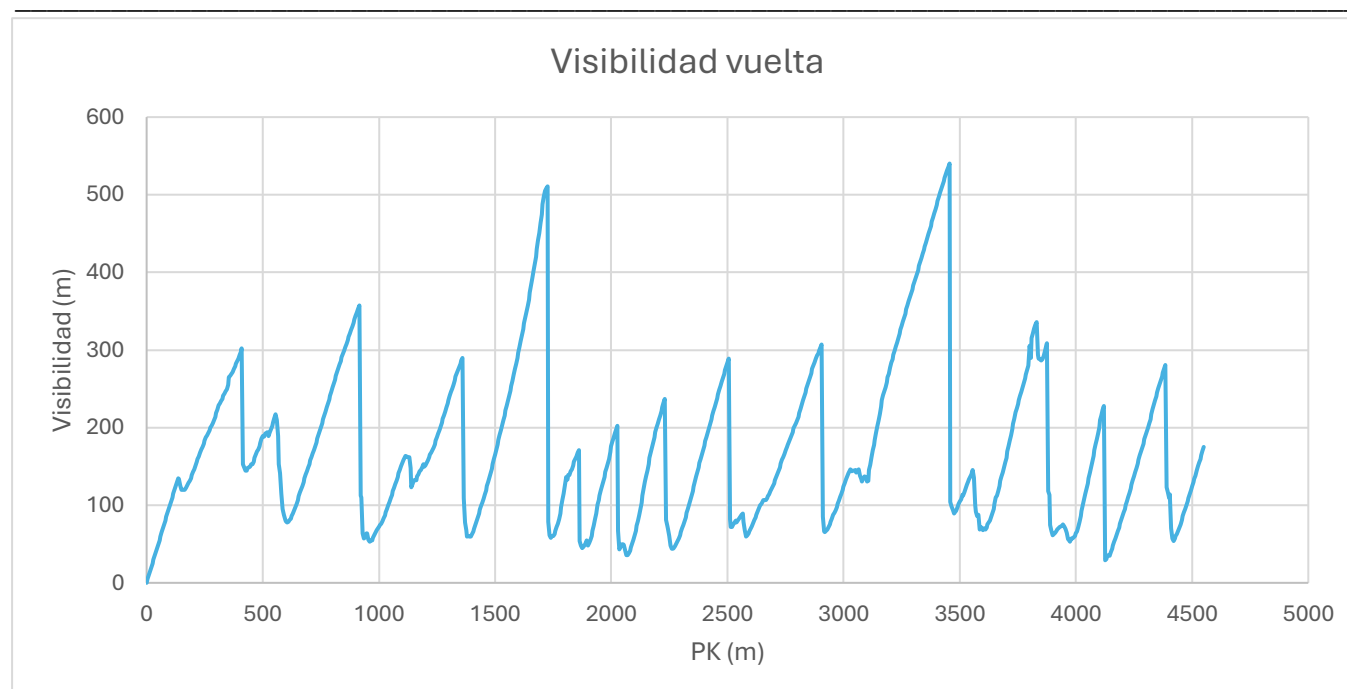


Figura 2, Visibilidad en el sentido decreciente de PK. Fuente: Elaboración propia

Para determinar si existe o no buena visibilidad, se define el concepto de distancia de parada  $D_p$ . Se trata de la distancia total recorrida por un vehículo que ante un obstáculo inesperado en su trayectoria deba detenerse. Incluye los tiempos de percepción, reacción y frenado, y viene dada por la ecuación siguiente recogida en el apartado 3.2.1 de Distancia de parada de la Norma 3.1-IC.

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

Donde,

- $D_p$  (m): Distancia de parada.
- $V$  (km/h): Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).
- $f_i$ : Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento.
- $i$  (en tanto por uno): Inclinación de la rasante.

-  $t_p$  (s): Tiempo de percepción y reacción.

El coeficiente de rozamiento longitudinal  $f$  proporciona una deceleración cómoda para el usuario durante el tiempo de frenado, y viene dado por la siguiente tabla:

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

Tabla 11. Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado en una maniobra de frenado. Fuente: Tabla 3.1. Norma 3.1-IC.

Los siguientes gráficos comparan la visibilidad existente con la distancia de parada necesaria, para comprobar si se precisan actuaciones para aumentar la distancia de visibilidad.

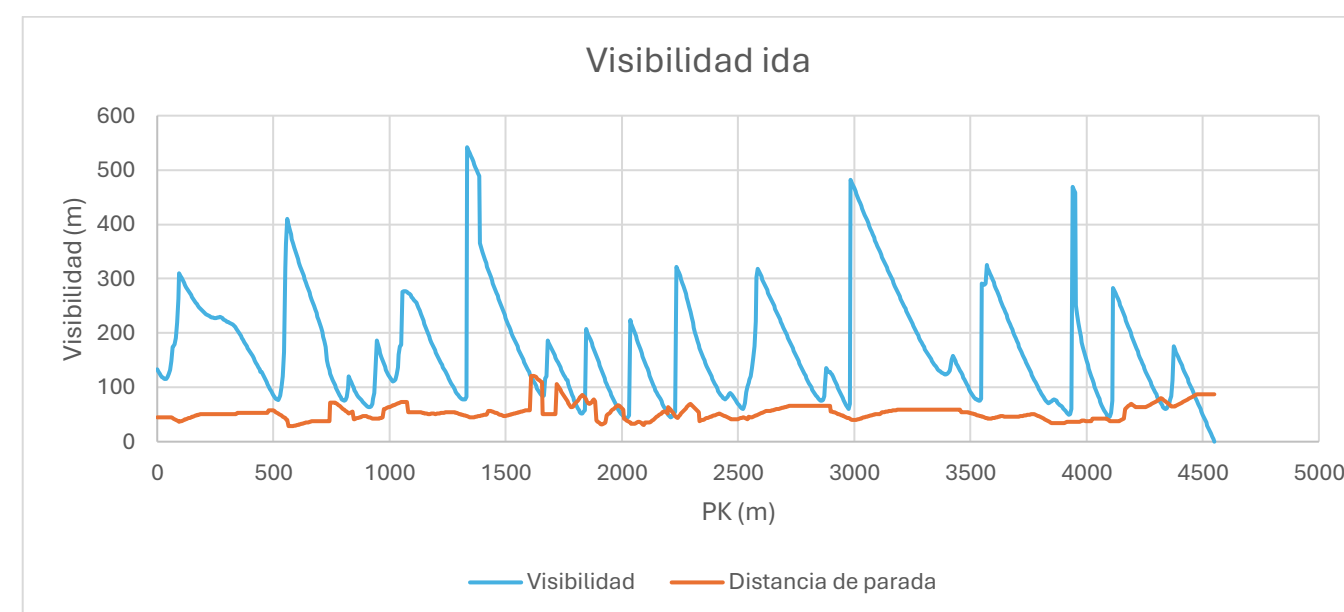


Figura 3. Visibilidad y distancia de parada en el sentido creciente de PK. Fuente: Elaboración propia

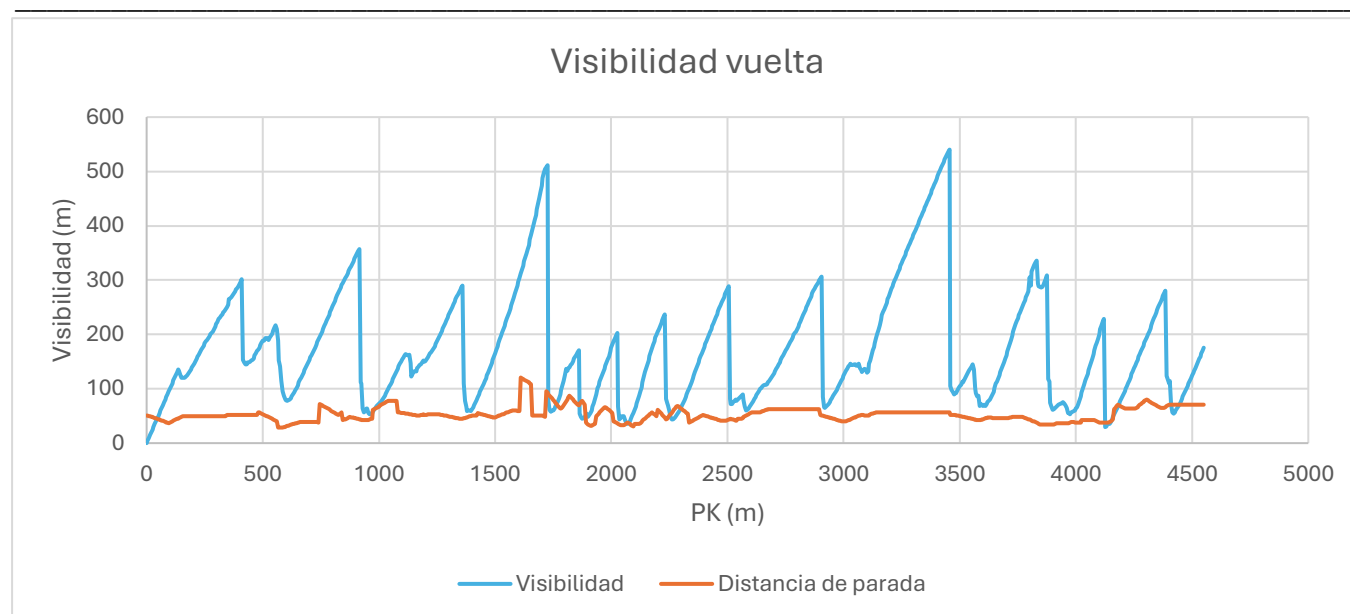


Figura 4. Visibilidad y distancia de parada en el sentido decreciente de PK. Fuente: Elaboración propia

Como se puede comprobar, hay distintos tramos en la carretera CV-585 con una visibilidad inferior a la distancia de parada, suponiendo un peligro para la seguridad de los conductores que deban evitar una situación inesperada al no haber longitud suficiente para detener el vehículo.

## 5. CONSISTENCIA

La consistencia consiste en el grado de adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento de la carretera.

Para la realización de un diseño consistente se debe conseguir que los conductores perciban la carretera tal como esperan según sus expectativas, garantizar que los distintos elementos geométricos se enlacen de manera coherente, favoreciendo una conducción fluida y predecible, y minimizar la necesidad de realizar maniobras peligrosas para disminuir el riesgo de accidentes.

Para evaluar la consistencia, existen los métodos basados en la velocidad de operación, que emplean esta velocidad como indicador del comportamiento de los conductores.

Los valores de consistencia tanto local como global y las velocidades de operación del trazado han sido extraídas a través del software “Perfil V85” proporcionado por el tutor

Francisco Javier Camacho, donde en base al estado de alineaciones de la carretera se estiman estos resultados.

Toda la información no presentada en este apartado sobre los cálculos o las metodologías empleadas se encuentran en el Anejo nº5 de Seguridad vial.

### 5.1 VELOCIDAD DE OPERACIÓN

La velocidad de operación consiste en la velocidad adoptada por los conductores en cada uno de los puntos del trazado, en ambos sentidos de circulación, y definida como el percentil 85 de la velocidad a la que circulan los vehículos en condiciones de flujo libre.

Para realizar el análisis de consistencia es necesario conocer las velocidades de operación a lo largo de la carretera con las que después poder medir las deceleraciones, y depende de la geometría, del entorno y del factor humano.

Una vez extraído el estado de alineaciones del software “Autodesk Civil 3D”, se introduce dentro del software “Perfil V85” proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho, que analiza la geometría del trazado y, en base a datos de observaciones en miles de carreteras similares, obtiene las velocidades de operación en los sentidos creciente y decreciente de la carretera.

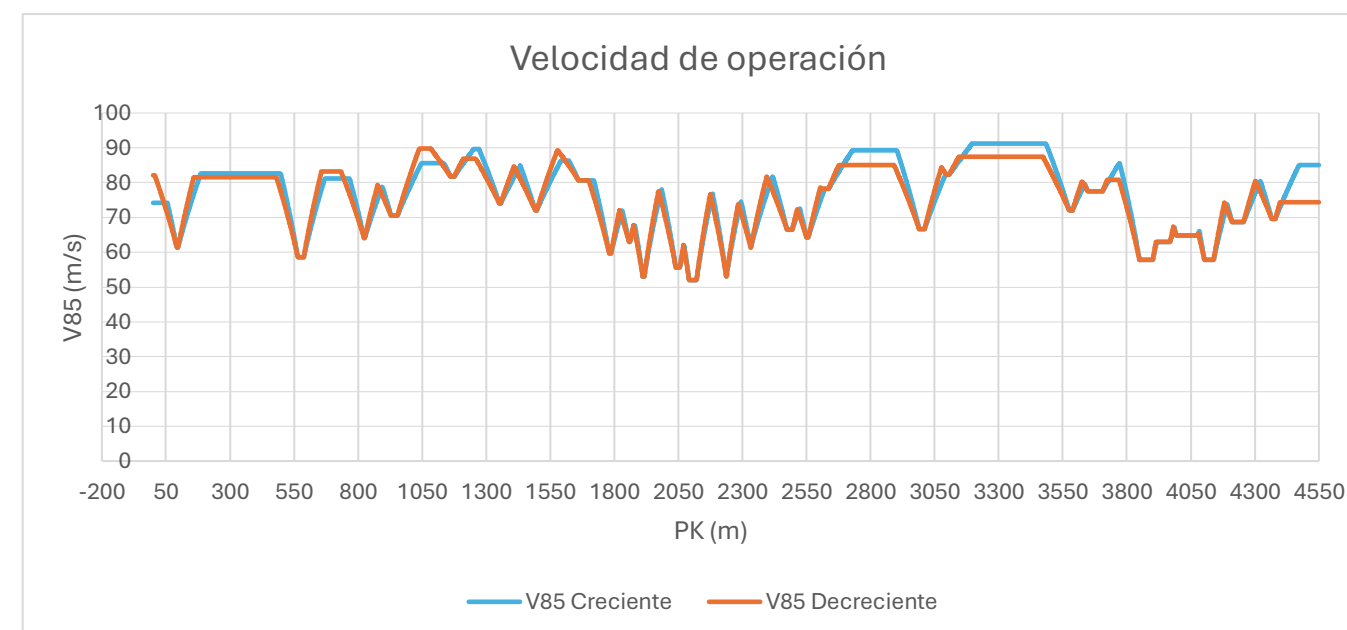


Figura 5. Perfil de velocidades de operación en sentido creciente y decreciente. Fuente: Elaboración propia



## 5.2 TRAMIFICACIÓN

A la hora de diseñar un proyecto de carretera de obra nueva o de acondicionamiento, es necesario dividirla en tramos homogéneos. Cada uno de estos tramos contará con al menos 2000 metros de recorrido. La tramificación se realiza en función de la geometría de la carretera, en concreto mediante los ángulos de deflexión, y permite asignar una velocidad de proyecto independiente en cada tramo.

Para su cálculo se recurre al parámetro “Curvature Change Rate” o “CCR”, que mide la sinuosidad de la carretera y es expresada en gon/km.

$$CCR = \frac{\sum |y_i|}{L}$$

El proceso de tramificación se realiza mediante la división de tramos de similar pendiente o CCR homogéneo a través de un gráfico del ángulo de deflexión acumulado. La longitud de recorrido completa de la carretera CV-585 es de 4.550 metros. Como se puede observar en la “Figura 6”, no se puede dividir en 2 tramos homogéneos, por lo que contará con un único tramo.

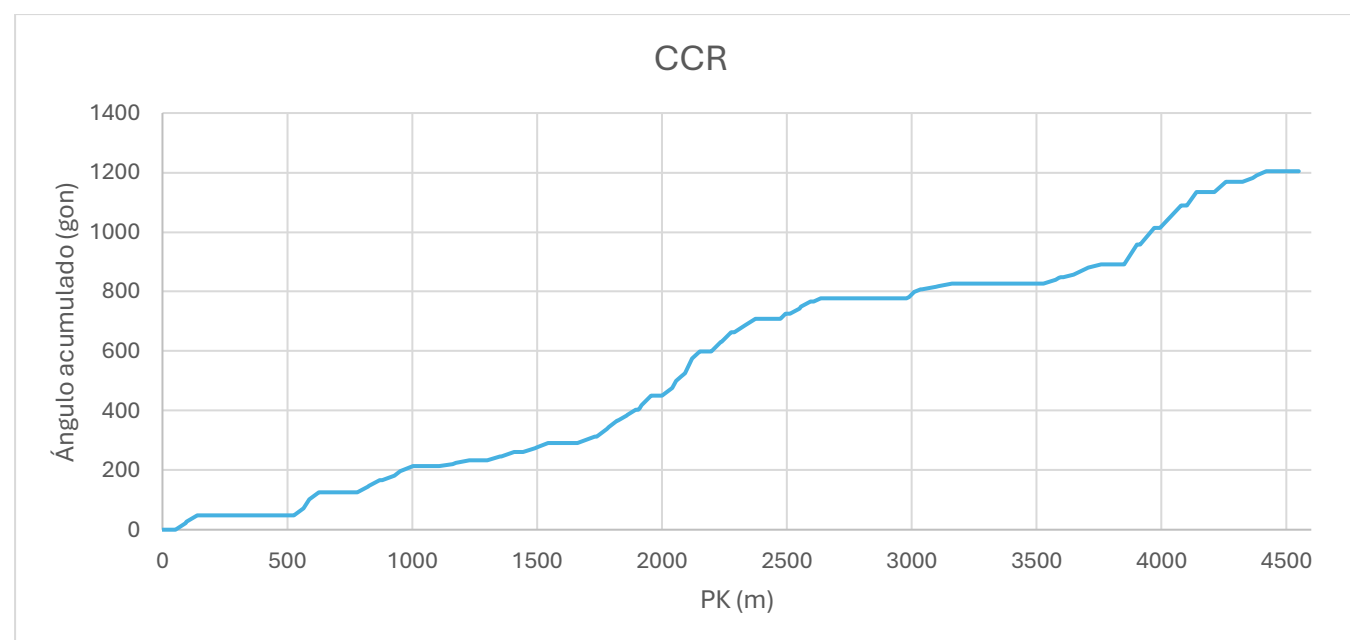


Figura 6. Ángulo de deflexión acumulado. Fuente: Elaboración propia

## 5.3 CONSISTENCIA LOCAL

El cálculo de la consistencia local se realiza mediante el criterio II de Lamm et al. (1998), que mide la reducción de velocidad de operación entre elementos consecutivos. La clasificación de la consistencia local se realiza en base a 3 intervalos de deceleración, observados en la siguiente tabla.

| Buena                                         | Aceptable                                                      | Pobre                                      |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| $V_{85\ i+1} - V_{85\ i} \leq 10\text{ km/h}$ | $10\text{ km/h} < V_{85\ i+1} - V_{85\ i} \leq 20\text{ km/h}$ | $V_{85\ i+1} - V_{85\ i} > 20\text{ km/h}$ |

Tabla 12. Criterio II de Lamm et al. (1998).

A través del programa previamente mencionado y las velocidades de operación, podemos conocer estos valores de consistencia local. En las siguientes tablas, se observan los datos obtenidos en ambos sentidos de la circulación, siendo considerado como tramo inadecuado todo aquel que tenga un valor de consistencia pobre.

| SENTIDO CRECIENTE |          |                          |                        |                                |                        |
|-------------------|----------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| PK inicial        | PK final | Velocidad inicial (km/h) | Velocidad final (km/h) | Decremento de velocidad (km/h) | Tipo de inconsistencia |
| 55                | 93       | 74,26                    | 61,37                  | 12,89                          | Aceptable              |
| 497               | 565      | 82,57                    | 58,57                  | 24                             | Pobre                  |
| 766               | 824      | 81,2                     | 64                     | 17,21                          | Aceptable              |
| 894               | 929      | 78,88                    | 70,43                  | 8,45                           | Buena                  |
| 1133              | 1161     | 85,69                    | 81,77                  | 3,92                           | Buena                  |
| 1271              | 1352     | 89,7                     | 73,94                  | 15,76                          | Aceptable              |
| 1433              | 1492     | 84,82                    | 71,96                  | 12,87                          | Aceptable              |
| 1622              | 1661     | 86,29                    | 80,55                  | 5,74                           | Buena                  |
| 1720              | 1780     | 80,55                    | 59,68                  | 20,86                          | Pobre                  |
| 1831              | 1858     | 71,92                    | 62,89                  | 9,03                           | Buena                  |
| 1880              | 1911     | 67,63                    | 53,11                  | 14,52                          | Aceptable              |
| 1984              | 2040     | 78,09                    | 55,61                  | 22,48                          | Pobre                  |
| 2073              | 2092     | 61,88                    | 52                     | 9,89                           | Buena                  |

|      |      |       |       |       |           |
|------|------|-------|-------|-------|-----------|
| 2183 | 2237 | 76,85 | 53,11 | 23,74 | Pobre     |
| 2294 | 2333 | 74,56 | 61,37 | 13,19 | Aceptable |
| 2418 | 2474 | 81,83 | 66,45 | 15,38 | Aceptable |
| 2524 | 2550 | 72,52 | 64,26 | 8,26  | Buena     |
| 2903 | 2990 | 89,21 | 66,65 | 22,55 | Pobre     |
| 3094 | 3096 | 82,5  | 82,33 | 0,18  | Buena     |
| 3484 | 3576 | 91,23 | 71,96 | 19,27 | Aceptable |
| 3636 | 3648 | 79,53 | 77,54 | 1,99  | Buena     |
| 3772 | 3850 | 85,66 | 57,78 | 27,88 | Pobre     |
| 3986 | 3993 | 67,05 | 64,78 | 2,27  | Buena     |
| 4083 | 4103 | 66,1  | 57,78 | 8,32  | Buena     |
| 4192 | 4211 | 73,77 | 68,68 | 5,09  | Buena     |
| 4322 | 4366 | 80,45 | 69,58 | 10,86 | Aceptable |

Tabla 13. Consistencia local sentido creciente. Fuente: Elaboración propia

|      |      |       |       |       |           |
|------|------|-------|-------|-------|-----------|
| 1973 | 1917 | 77,55 | 53,11 | 24,44 | Pobre     |
| 1875 | 1861 | 67,69 | 62,89 | 4,8   | Buena     |
| 1820 | 1787 | 71,99 | 59,68 | 12,31 | Aceptable |
| 1579 | 1497 | 89,34 | 71,96 | 17,38 | Aceptable |
| 1409 | 1356 | 84,62 | 73,94 | 10,69 | Aceptable |
| 1212 | 1175 | 86,86 | 81,77 | 5,09  | Buena     |
| 1040 | 953  | 89,8  | 70,43 | 19,38 | Aceptable |
| 876  | 826  | 79,27 | 64    | 15,27 | Aceptable |
| 658  | 588  | 83,17 | 58,57 | 24,6  | Pobre     |
| 159  | 97   | 81,56 | 61,37 | 20,18 | Pobre     |

Tabla 14. Consistencia local sentido decreciente. Fuente: Elaboración propia

### 5.3.1 IMÁGENES DE TRAMOS DE CONSISTENCIA POBRE

#### Sentido creciente



Imagen 1. Tramo entre los P.K. 0+497 y 0+565. Fuente: Elaboración propia

| SENTIDO DECRECIENTE |          |                          |                        |                                |                        |
|---------------------|----------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| PK inicial          | PK final | Velocidad inicial (km/h) | Velocidad final (km/h) | Decremento de velocidad (km/h) | Tipo de inconsistencia |
| 4399                | 4380     | 74,38                    | 69,58                  | 4,79                           | Buena                  |
| 4302                | 4256     | 80,45                    | 68,68                  | 11,77                          | Aceptable              |
| 4181                | 4139     | 74,19                    | 57,78                  | 16,41                          | Aceptable              |
| 4079                | 4077     | 65,43                    | 64,78                  | 0,66                           | Buena                  |
| 3982                | 3969     | 67,31                    | 62,89                  | 4,42                           | Buena                  |
| 3915                | 3902     | 62,89                    | 57,78                  | 5,11                           | Buena                  |
| 3725                | 3706     | 80,89                    | 77,54                  | 3,35                           | Buena                  |
| 3626                | 3588     | 80,34                    | 71,96                  | 8,38                           | Buena                  |
| 3146                | 3108     | 87,46                    | 82,33                  | 5,14                           | Buena                  |
| 3077                | 3011     | 84,31                    | 66,65                  | 17,66                          | Aceptable              |
| 2677                | 2636     | 85,01                    | 78,24                  | 6,77                           | Buena                  |
| 2605                | 2557     | 78,61                    | 64,26                  | 14,35                          | Aceptable              |
| 2514                | 2494     | 72,33                    | 66,45                  | 5,88                           | Buena                  |
| 2395                | 2333     | 81,73                    | 61,37                  | 20,36                          | Pobre                  |
| 2284                | 2238     | 73,86                    | 53,11                  | 20,75                          | Pobre                  |
| 2175                | 2121     | 76,51                    | 52                     | 24,51                          | Pobre                  |
| 2070                | 2056     | 61,97                    | 55,61                  | 6,36                           | Buena                  |





Imagen 2. Tramo entre los P.K. 1+720 y 1+780. Fuente: Elaboración propia



Imagen 4. Tramo entre los P.K. 2+183 y 2+237. Fuente: Elaboración propia



Imagen 3. Tramo entre los P.K. 1+984 y 2+040. Fuente: Elaboración propia



Imagen 5. Tramo entre los P.K. 2+903 y 2+990. Fuente: Elaboración propia





Imagen 6. Tramo entre los P.K. 3+772 y 3+850. Fuente: Elaboración propia

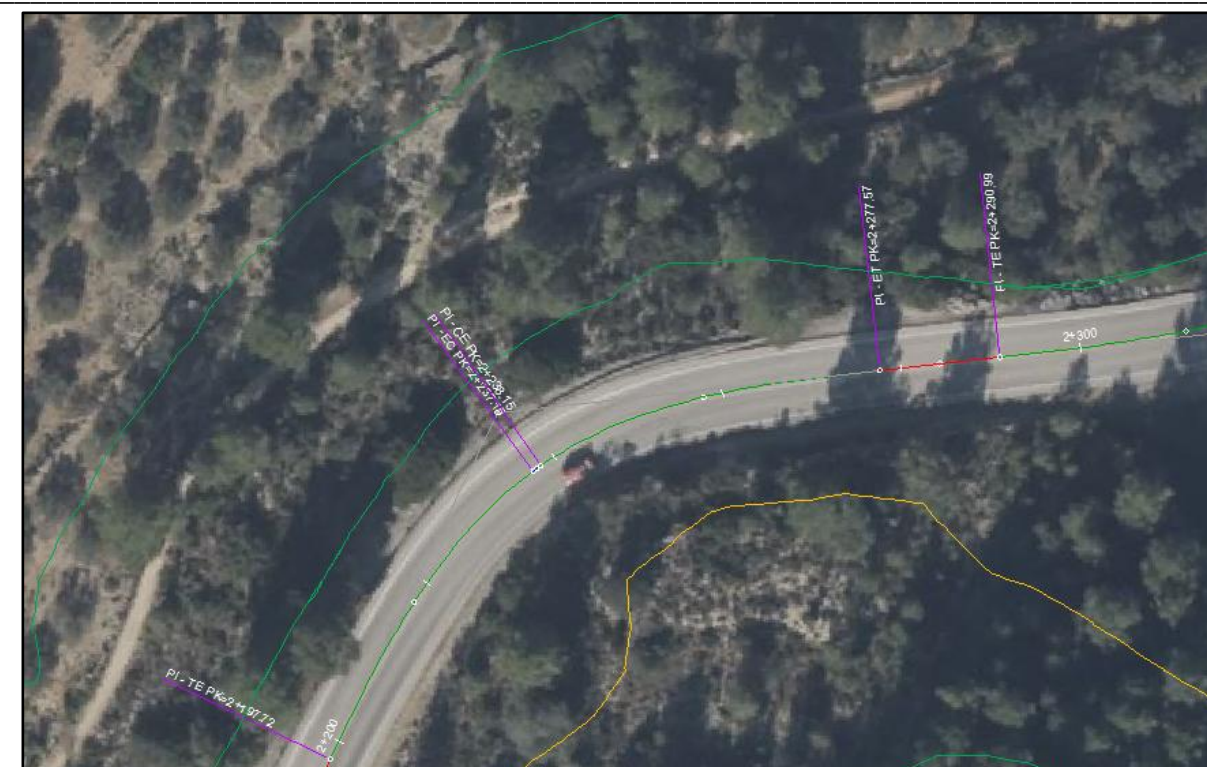


Imagen 8. Tramo entre los P.K. 2+284 y 2+238. Fuente: Elaboración propia

### Sentido decreciente

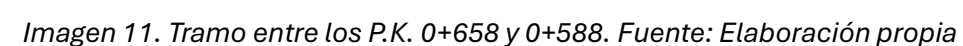
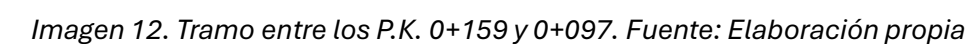
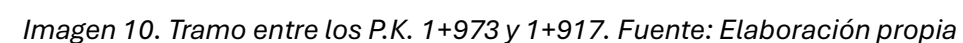


Imagen 7. Tramo entre los P.K. 2+395 y 2+333. Fuente: Elaboración propia



Imagen 9. Tramo entre los P.K. 2+175 y 2+121. Fuente: Elaboración propia





El modelo de consistencia global trata de evaluar la consistencia de un tramo completo a partir de variables obtenidas del perfil continuo de velocidad de operación, y estima el número de accidentes de un segmento homogéneo de la carretera mediante una “*Safety Performance Function*” o “*SPF*”. En el caso de la CV-585, estimará un valor único de consistencia global al tener sólo un tramo homogéneo.

17



| Buena                 | Aceptable                            | Pobre              |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------|
| $C \geq 3,25 s^{1/3}$ | $2,55 s^{1/3} \leq C < 3,25 s^{1/3}$ | $C < 2,55 s^{1/3}$ |

Tabla 15. Modelo de consistencia global de Camacho-Torregrosa (2015).

A través del software “Perfil V85” proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho, se obtiene un valor de consistencia global de  $2,35 s^{1/3}$ , valor que corresponde al umbral “pobre”. También se ha estimado que en los próximos 10 años habrá 13,41 accidentes.

| TRAMO ANALIZADO (m): PK 0 a PK 4550 |                    |                       |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| IMD:                                | 3142 vehículos/día |                       |
| Velocidad de proyecto:              | 40                 | km/h                  |
| Tramo libre                         |                    |                       |
| CONSISTENCIA GLOBAL                 |                    |                       |
| Parámetro de consistencia:          | 2.35               | $s^{1/3}$             |
| Clasificación de consistencia:      | Pobre              |                       |
| Accidentes estimados en 10 años:    | 13.41              | accidentes en 10 años |

Tabla 16. Consistencia global. Fuente: Elaboración propia.

## 6. ESTADO ACTUAL DE LA CALZADA

Otro factor que puede influir en la seguridad y la comodidad de los conductores es la condición de la calzada. Su mal estado puede ser el causante de la degradación de las ruedas y sus reparaciones continuas, incrementando el gasto en mantenimiento por vehículo. En este apartado se van a analizar las distintas imperfecciones que se puedan apreciar en la calzada a simple vista, así como las reparaciones realizadas en los últimos años.

### 6.1 TRAMOS EN MAL ESTADO

En cuanto a los tramos en mal estado, podemos observar degradaciones y fisuras a lo largo de todo el trazado. Las imperfecciones más destacadas son la degradación de la banda de rodadura, abarcando un gran porcentaje de la longitud total de la carretera, y las fisuras tanto transversales como longitudinales, visibles en todo el recorrido.

Otro tipo de fisura también presente es la denominada “Piel de cocodrilo”. Todas ellas se pueden observar en las imágenes siguientes, siendo una representación del estado actual de toda la carretera.



Imagen 13. Degradación de la banda de rodadura. Fuente: Google Earth



Imagen 14. Degradación de la banda de rodadura. Fuente: Google Earth





*Imagen 15. Fisura “piel de cocodrilo”. Fuente: Google Earth*



*Imagen 17. Fisura “piel de cocodrilo”. Fuente: Google Earth*



*Imagen 16. Fisura “piel de cocodrilo”. Fuente: Google Earth*



*Imagen 18. Fisuras longitudinales. Fuente: Google Earth*





Imagen 19. Fisuras longitudinales. Fuente: Google Earth



Imagen 20. Sellado de grietas. Fuente: Google Earth

## 6.2 REPARACIONES EN LA CALZADA

Las reparaciones realizadas en los últimos años son visibles en muchos tramos de la calzada, siendo la reparación más recurrente los parches rectangulares y el sellado de grietas. También observamos un tramo donde la reparación fue realizada en todo el ancho de carretera y con una longitud de 200 metros aproximadamente.

Dentro de las reparaciones mediante parches, se pueden distinguir parches colocados en caliente, como en la “Imagen 21”, y parches colocados en frío, como en la “Imagen 24”.



Imagen 21. Parche en caliente. Fuente: Google Earth





Imagen 22. Parche en caliente. Fuente: Google Earth



Imagen 24. Sellado de grietas y parche en frío. Fuente: Google Earth



Imagen 23. Conjunto de parches rectangulares. Fuente: Google Earth



Imagen 25. Reparación de un tramo de la calzada. Fuente: Google Earth





## ANEJO N°3: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026





## ÍNDICE

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                             | <b>1</b>  |
| <b>2. ANÁLISIS GEOLÓGICO .....</b>                       | <b>1</b>  |
| 2.1 GEOLOGÍA .....                                       | 1         |
| 2.2 FISIOGRAFÍA .....                                    | 3         |
| 2.3 LITOLOGÍA.....                                       | 3         |
| 2.4 RIESGO DE EROSIÓN .....                              | 3         |
| <b>3. ANÁLISIS GEOTÉCNICO .....</b>                      | <b>4</b>  |
| 3.1 SITUACIÓN PREVIA.....                                | 4         |
| 3.1.1 POSIBLE SOLUCIÓN ADOPTADA.....                     | 5         |
| 3.2 ENSAYOS REALIZADOS .....                             | 5         |
| 3.3 CLASIFICACIÓN DEL SUELO .....                        | 9         |
| 3.4 ESTABILIZACIÓN DEL SUELO .....                       | 10        |
| <b>4. CARACTERIZACIÓN Y ESTABILIDAD DE TALUDES .....</b> | <b>11</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se analizan las características geológicas y geotécnicas del terreno donde se desarrolla el estudio para el acondicionamiento de la CV-585, que conecta los municipios de Enguera y Alcudia de Crespins. Se obtendrá el tipo de suelo que soportará el firme, y los parámetros geotécnicos que definirán la estabilidad de los taludes y la capacidad portante del terreno.

## 2. ANÁLISIS GEOLÓGICO

### 2.1 GEOLOGÍA

A través del Mapa Geológico de España proporcionado por el Instituto Geológico Minero de España (IGME), a una escala de 1:50.000, extraemos la información acerca de la geología de la zona, correspondiente a la hoja Nº794 Canals.

La zona de actuación se encuentra entre los municipios de Enguera y Alcudia de Crespins, conectados entre sí por la carretera CV-585. Toda esta zona pertenece al sistema montañoso prebético.

Los afloramientos geológicos que se encuentran a lo largo del recorrido son muy variados, presentando 6 tipos diferentes pertenecientes a materiales de 3 períodos distintos como son el Cuaternario, el Terciario e incluso un pequeño tramo perteneciente al período Triásico.

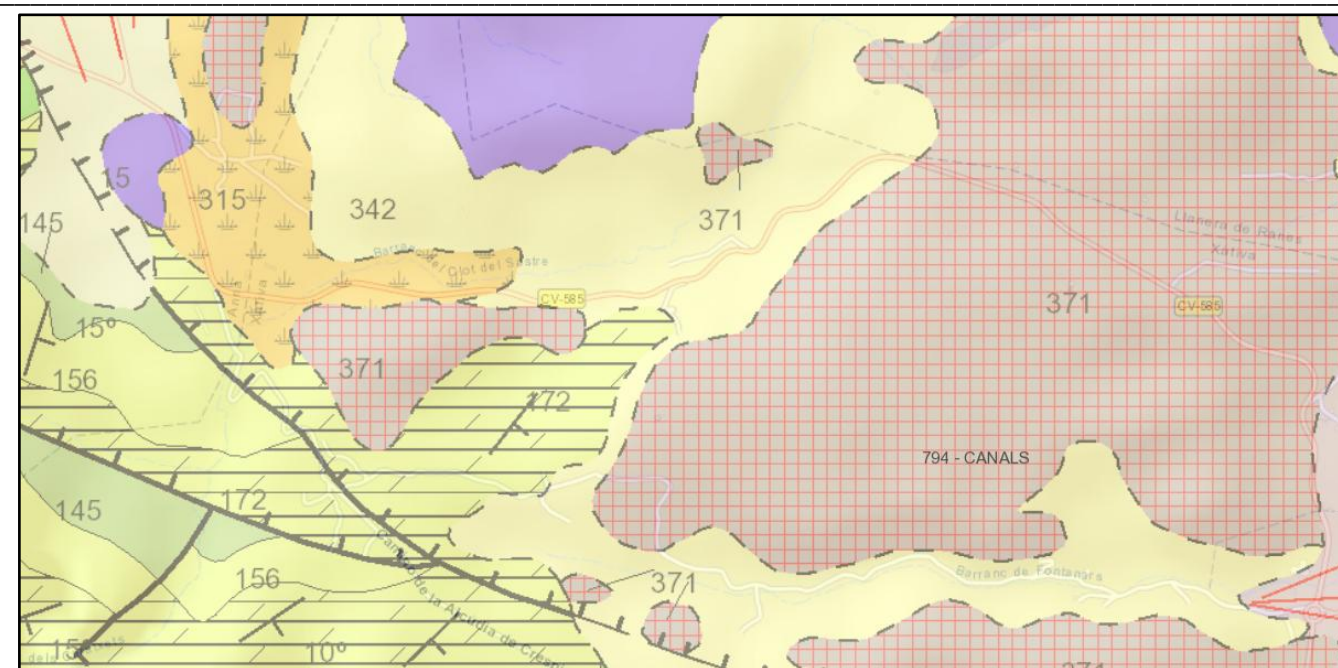


Figura 1. Mapa geológico de España. Hoja 794-Canals. E=1:50.000. Fuente: Instituto geológico minero de España (IGME)

A continuación, se describirán con mayor detalle los afloramientos por los que transcurre la CV-585, sus materiales y los períodos a los que pertenece cada uno. En la leyenda del mapa geológico de la zona, correspondiente a la “Figura 2”, están numeradas y detalladas las distintas capas del terreno.

#### Abanicos aluviales y conos de deyección (21)

Desde el inicio del trazado hasta el P.K. 0+100 transcurren por un terreno proveniente del período Cuaternario, de la época del Pleistoceno. Se caracteriza por las formaciones de su relieve, siendo estos abanicos aluviales y conos de deyección, con materiales como las gravas y las arcillas rojas frecuentemente cementadas.

Su apariencia sobre el mapa da a conocer su condición como un frente de deslizamiento, y su morfología evidencia su correspondencia a cauces no existentes.

Entre el P.K. 4+150 y el final del trazado, es decir, los últimos 300 metros, presenta las formaciones y los materiales similares al ya descrito, con la diferencia de pertenecer a dos épocas: el Pleistoceno y el Holoceno.



#### Arcillas abigarradas, margas yesíferas y yesos, calizas, areniscas y Facies Keuper (1)

A partir del P.K. 0+100 y a lo largo de otros 100 metros, el terreno pertenece al período Triásico, la primera etapa de la era Mesozoica y la capa más antigua de la zona de estudio. Perteneciente a las épocas entre el Carniense y el Noriense, los materiales que se pueden encontrar son arcillas abigarradas, margas yesíferas y yesos, y ocasionalmente calizas y areniscas, además de sedimentos Facies Keuper.

Son afloramientos con carácter diapírico, sumamente tectonizados y en lentejones interestratificados en las margas del Mioceno, con espesor incalculable y litoestratigrafía clásica.

#### Margas azules. Facies Tap (13)

El siguiente tramo se extiende por más de 1 km, entre los P.K. 0+200 y el P.K. 1+400, y transcurre por un terreno del período Terciario, de la época del Tortonienense. En él se pueden encontrar formaciones geológicas denominadas Facies Tap con margas azules (13).

El espesor supera los 1.000 metros, pero no se conoce su profundidad debido a la ausencia de buzamientos y a los cortes continuos. Este terreno en superficie es de color amarillo, ya que las margas azules aparecen en sondeos a mayor profundidad.

#### Arcillas rojas, calizas y conglomerados. Depósitos del rim sincline diapírico (17)

El terreno de la parte central del recorrido y la más sinuosa, entre los P.K. 1+400 y 2+700, pertenece también al período Terciario, más concretamente al Mioceno, y está comprendida entre las épocas del Turoliense y el Rusciniense. En él se pueden encontrar materiales como arcillas rojas, calizas y conglomerados, y depósitos del rim sincline diapírico (17).

Su modo de formación, subsidencia sincrónica a la ascensión del hongo salino, implica una escasa continuidad lateral, espesores superiores a 500 metros y buzamientos acusados.

#### Travertinos (25,26)

El resto del trazado desde el P.K. 2+700 y el P.K. 4+150 discurre por un terreno perteneciente al período Cuaternario, entre las épocas del Pleistoceno y el Holoceno, y dónde se pueden encontrar travertinos, formados por depósitos de carbonato de calcio.

Apoya sobre los conos antiguos y terrazas y ha sido recortado por los períodos erosivos más modernos, provocados por el río de los Santos que ha ido excavando e incidiendo sobre la formación actual de travertinos.

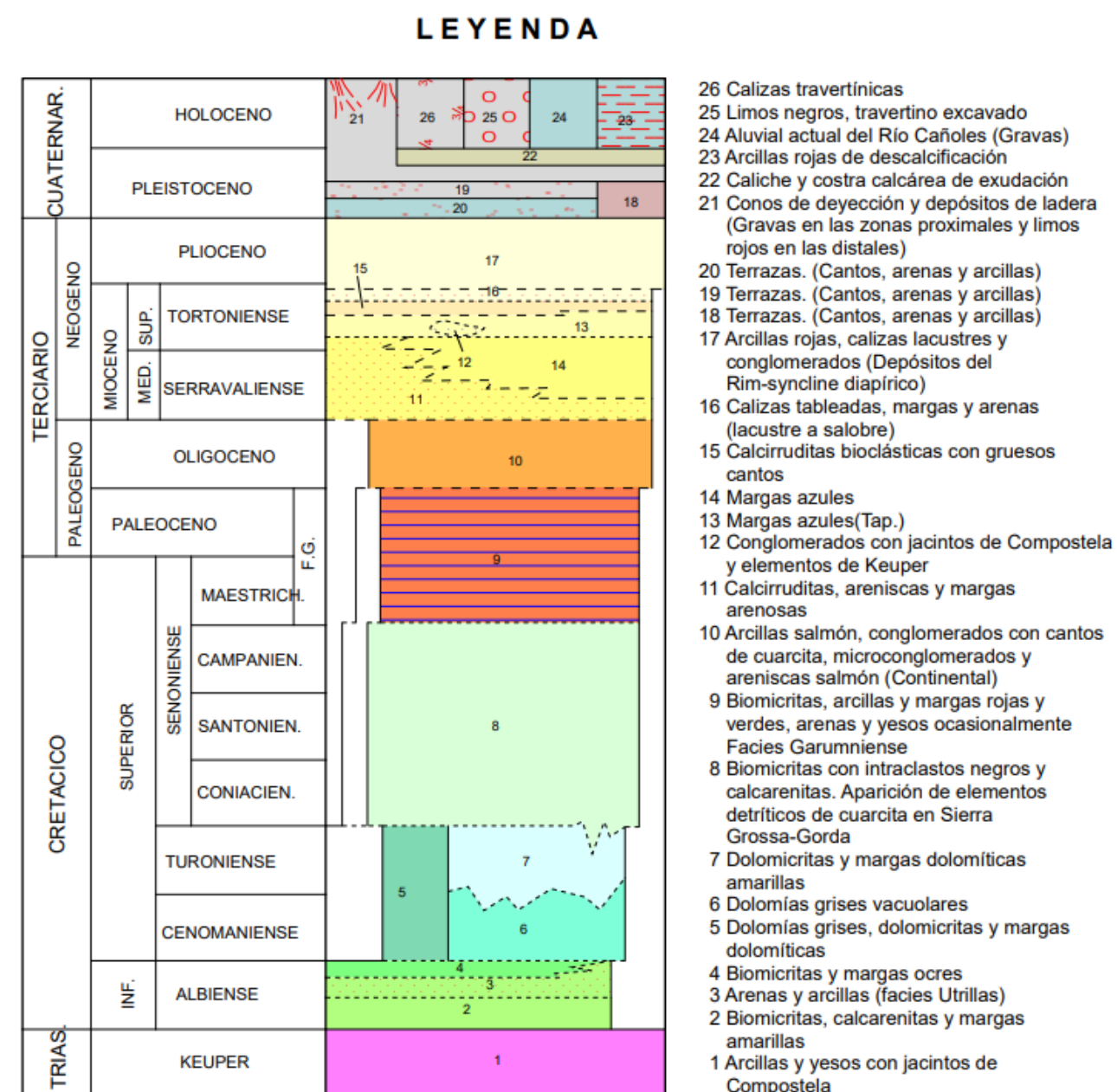


Figura 2. Leyenda mapa geológico de España. Hoja 794-Canals. Fuente: Instituto geológico minero de España (IGME)

## 2.2 FISIOGRAFÍA

El terreno de la zona de estudio se caracteriza por tener dos tipos de relieve predominantes. La zona central del recorrido pertenece a una zona fuertemente socavada, mientras que prácticamente el resto de la carretera transcurre por una zona fuertemente ondulada. Por ello, los cambios en el trazado de la CV-585 para su mejora están condicionados por este tipo de terreno.

Tan sólo el inicio y el final del tramo de estudio poseen un relieve de características diferentes. Hasta el P.K. 0+230 el terreno es ondulado, mientras que desde el P.K. 4+000 hasta el final del trazado en la intersección con la glorieta, el terreno es plano.

## 2.3 LITOLOGÍA

Al comienzo del trazado encontramos una zona que contiene arcillas, margas y yesos. Posteriormente y durante la mayor parte del recorrido se pueden encontrar calcáreas tobáceas, únicamente interrumpido por un yacimiento de dolomías, margas y rocas sedimentarias carbonatadas, de 40 metros de longitud. El tramo final desde el P.K. 3+700 lo componen una mezcla de cantos, gravas y limos.

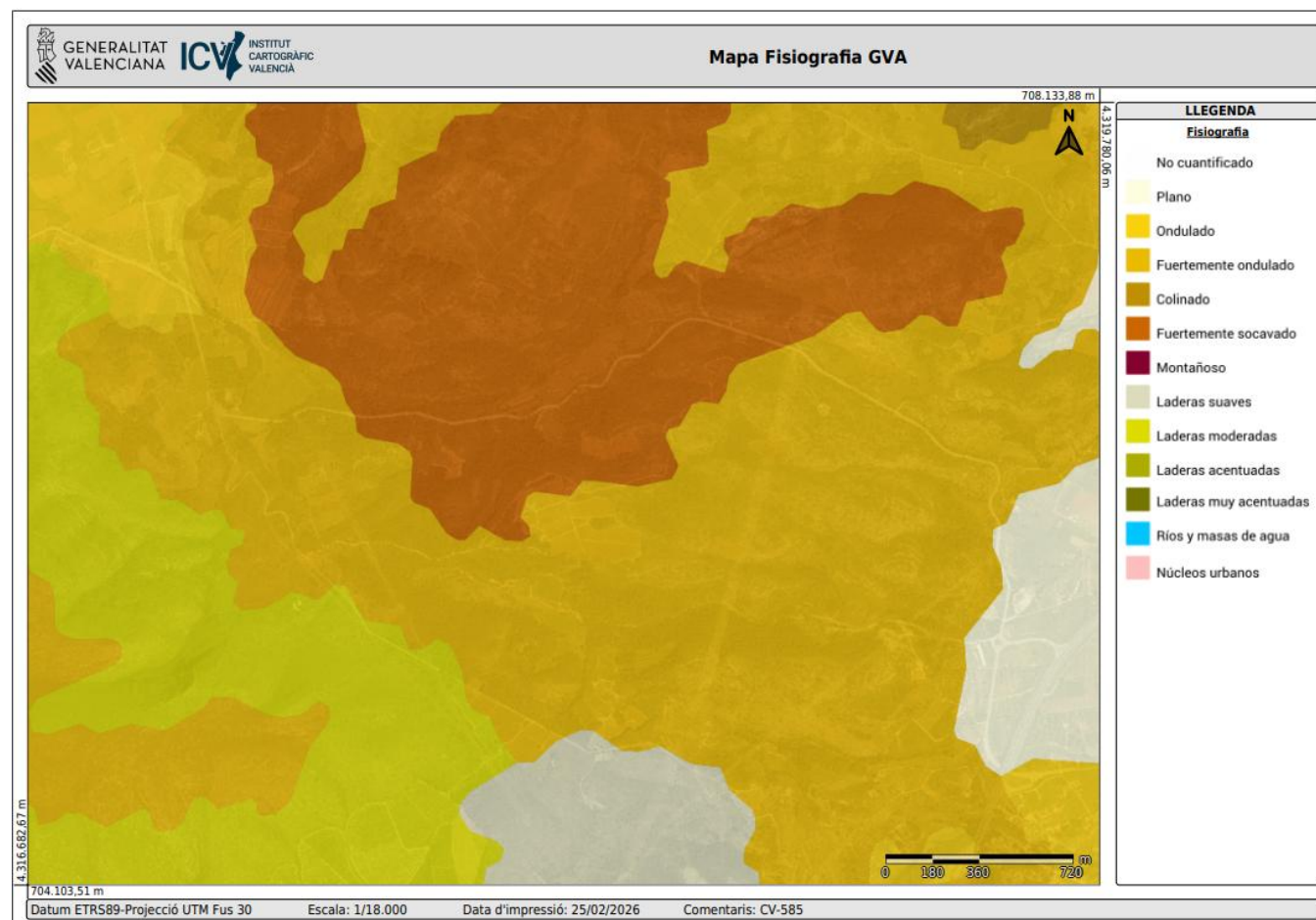


Figura 3. Mapa de fisiografía. E=1:18.000. Fuente: Visor Cartogràfic GVA

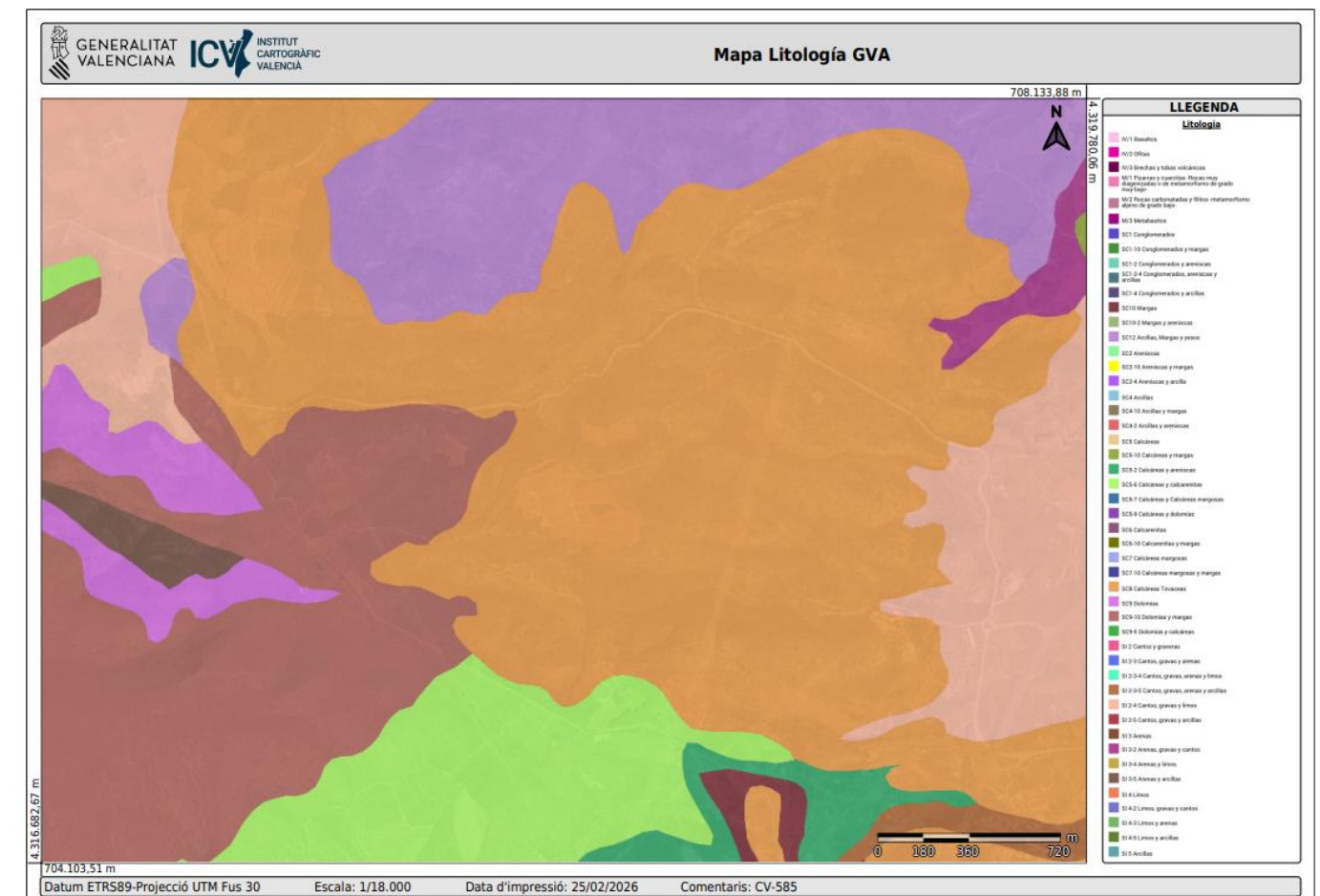


Figura 4. Mapa de litología. E=1:18.000. Fuente: Visor Cartogràfic GVA

## 2.4 RIESGO DE EROSIÓN

Como se puede comprobar en la “Figura 5”, la erosión actual es muy variable en toda la zona de estudio. La tramificación de esta característica del terreno es compleja, con zonas de erosión baja, media, alta y muy alta muy dispersas.



La evolución de la erosión se puede observar en la “Figura 6”, donde se expone el riesgo de erosión potencial con unos valores mucho más destacados que en la actualidad. Las erosiones predominantes son la clasificada como alta, con un umbral entre 50 y 200 Tn/Ha/año, y la clasificada como muy alta, con un valor de erosión superior a 200 Tn/Ha/año.

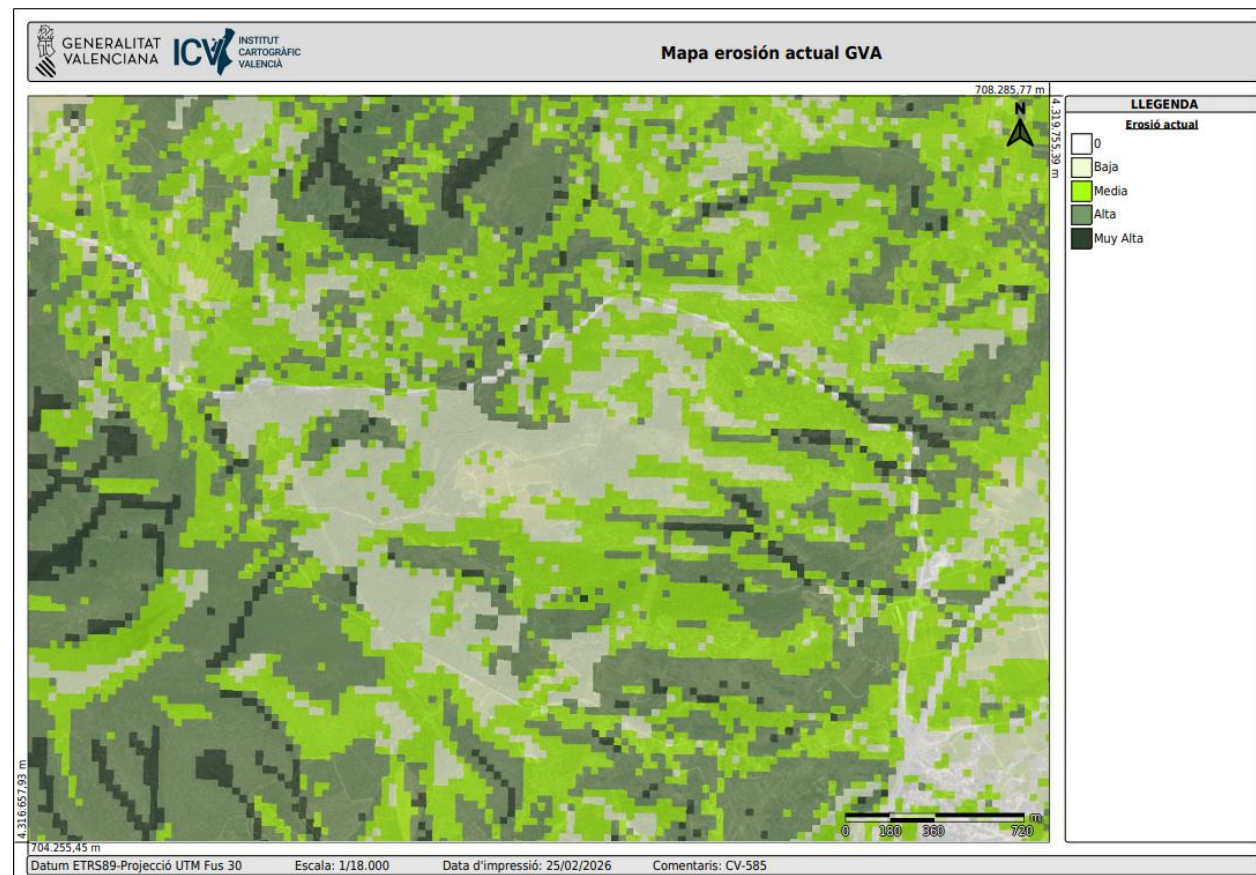


Figura 5. Mapa de erosión actual. E=1:18.000. Fuente: Visor Cartográfico GVA

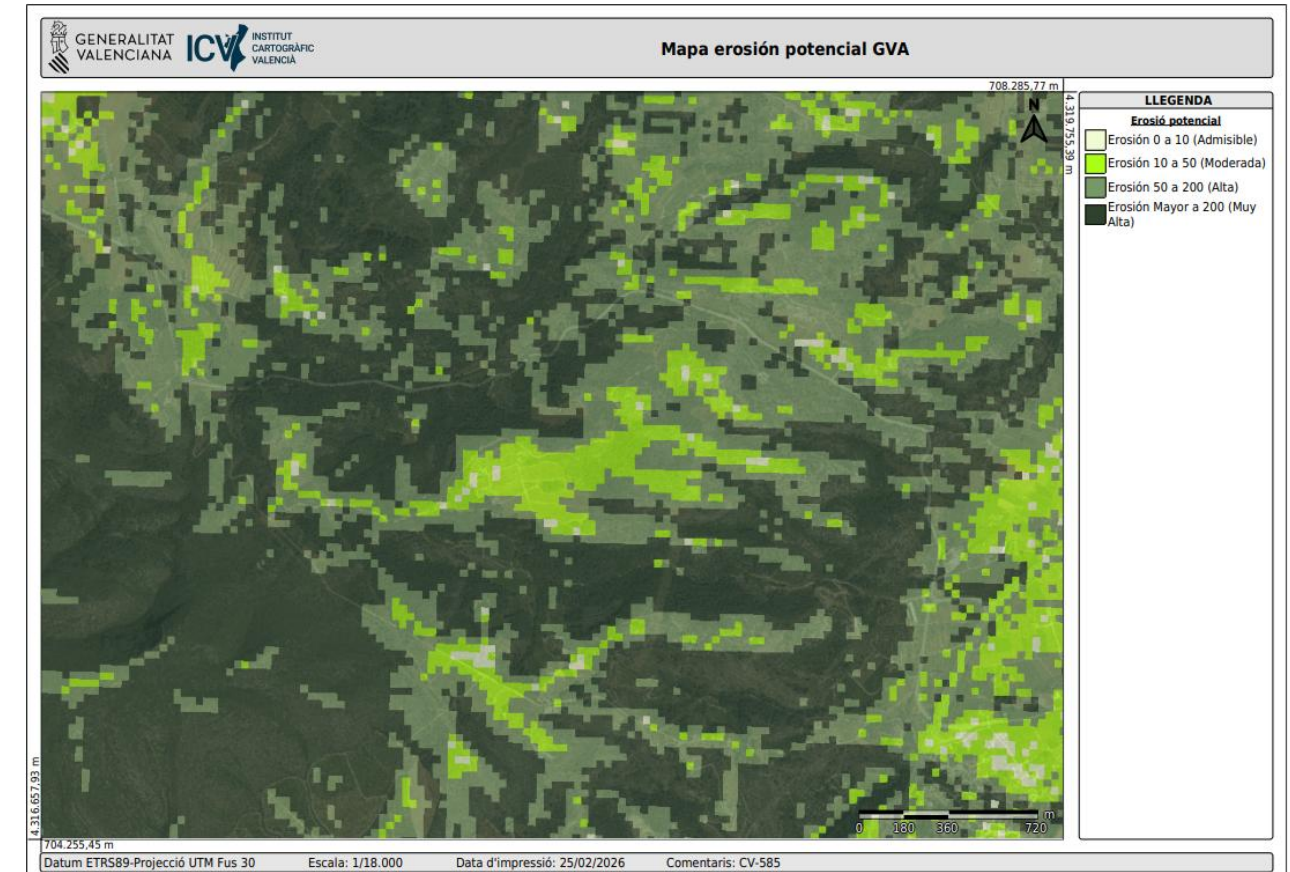


Figura 6. Mapa de erosión potencial. E=1:18.000. Fuente: Visor Cartográfico GVA

### 3. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

En este apartado se pretende caracterizar las formaciones geológicas existentes en la zona de actuación, analizando los distintos materiales que las constituyen.

#### 3.1 SITUACIÓN PREVIA

Debido a las limitaciones para realizar el análisis geotécnico, se ha realizado una búsqueda de ensayos geotécnicos de proyectos cercanos a la zona de estudio o proporcionados tanto por el Instituto Geológico Minero de España (IGME) como recogidos en el Visor Cartográfico GVA.

Dicho proceso comienza por conocer el tipo de suelo sobre el cuál apoyará la carretera, y determinar los materiales que la componen. En la siguiente figura/imagen se pueden comprobar las distintas capas existentes, proporcionadas por la “Guía de Estudios Geotécnicos para la Edificación y Urbanización de la Comunidad Valenciana”.



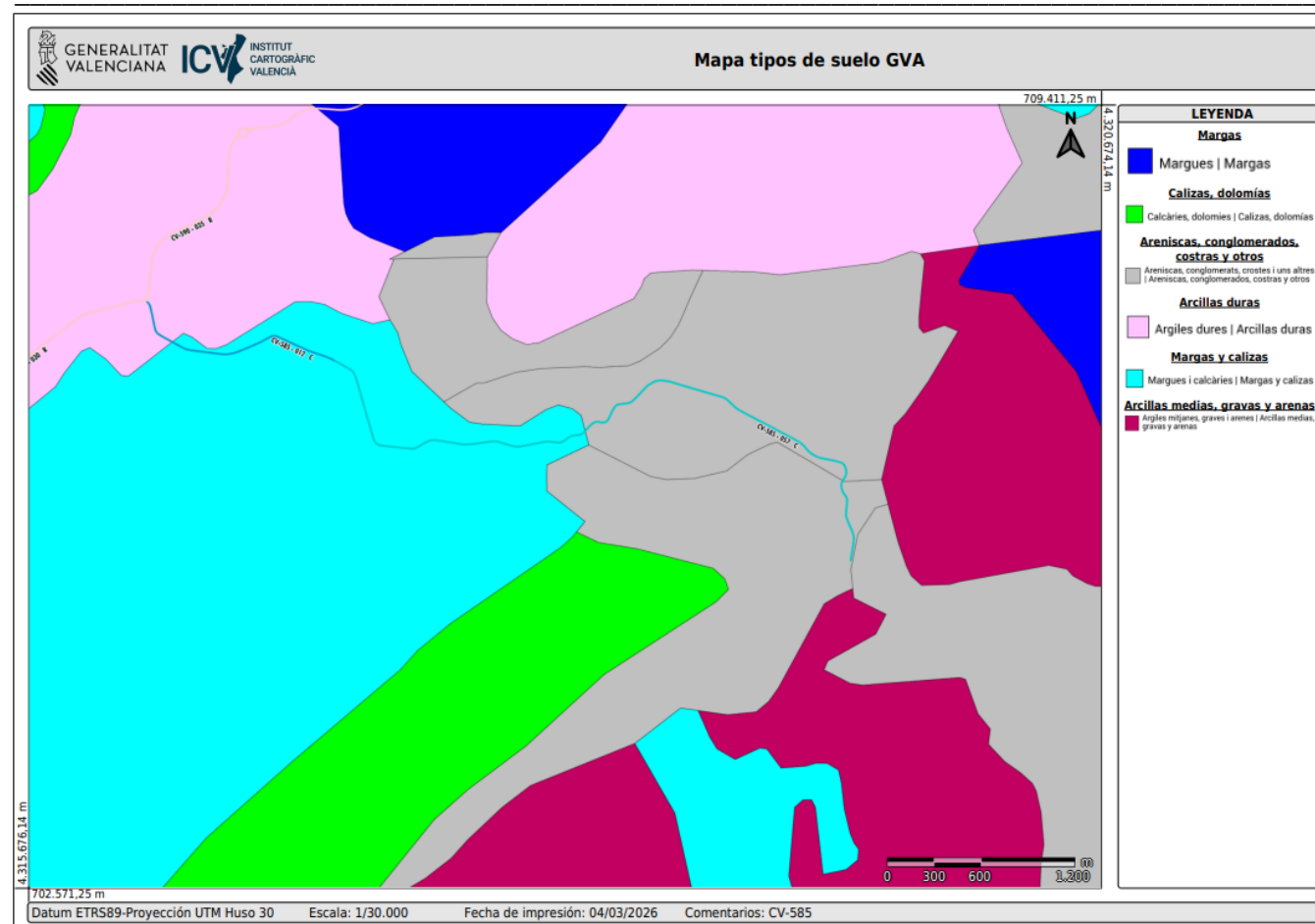


Figura 7. Tipos de suelo. E=1:30.000. Fuente: Visor Cartográfico GVA

Como se puede observar, la carretera CV-585 recorre una zona de margas y calizas durante los primeros 2 km, y el resto del trazado se sitúa sobre una zona de areniscas, conglomerados, costras y otros materiales sueltos.

Debido a la falta de proyectos cercanos con ensayos geotécnicos realizados, además de no tener sondeos ni calicatas provenientes del IGME, se recurre a los ensayos geotécnicos cercanos recogidos en el Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana.

En el término municipal de Enguera, a una distancia de 6,5 km de la CV-585, se realizó en 2018 una excavación superficial para la caracterización del suelo. Esta zona contiene materiales sueltos y rocas sedimentarias como son las margas, una composición de características similares a las encontradas en el entorno del tramo de estudio.

Por ello, y puesto que no existen ensayos geotécnicos tan cercanos y coincidentes como el ya mencionado, se tomará dicha calicata como referente para el estudio geotécnico del terreno.

### 3.1.1 POSIBLE SOLUCIÓN ADOPTADA

Ante la falta de ensayos geotécnicos realizados en los márgenes de la carretera y para mayor certeza del material que se dispone a lo largo del trazado, en caso de ejecutarse la obra se realizarán previamente varios sondeos con el fin de identificar las distintas capas del suelo y sus propiedades físicas y mecánicas.

Las muestras serán llevadas a laboratorio donde se realizarán los correspondientes ensayos y así conocer el tipo de suelo para garantizar su estabilidad, durabilidad y capacidad portante para el apoyo del firme y el paso de los vehículos.

El lugar de ejecución de los sondeos se realizará en función del tipo de suelo y donde la altura de los taludes de desmonte sea más significativa. Por ello, los sondeos se realizarán en los puntos señalados en la “Figura 8”.

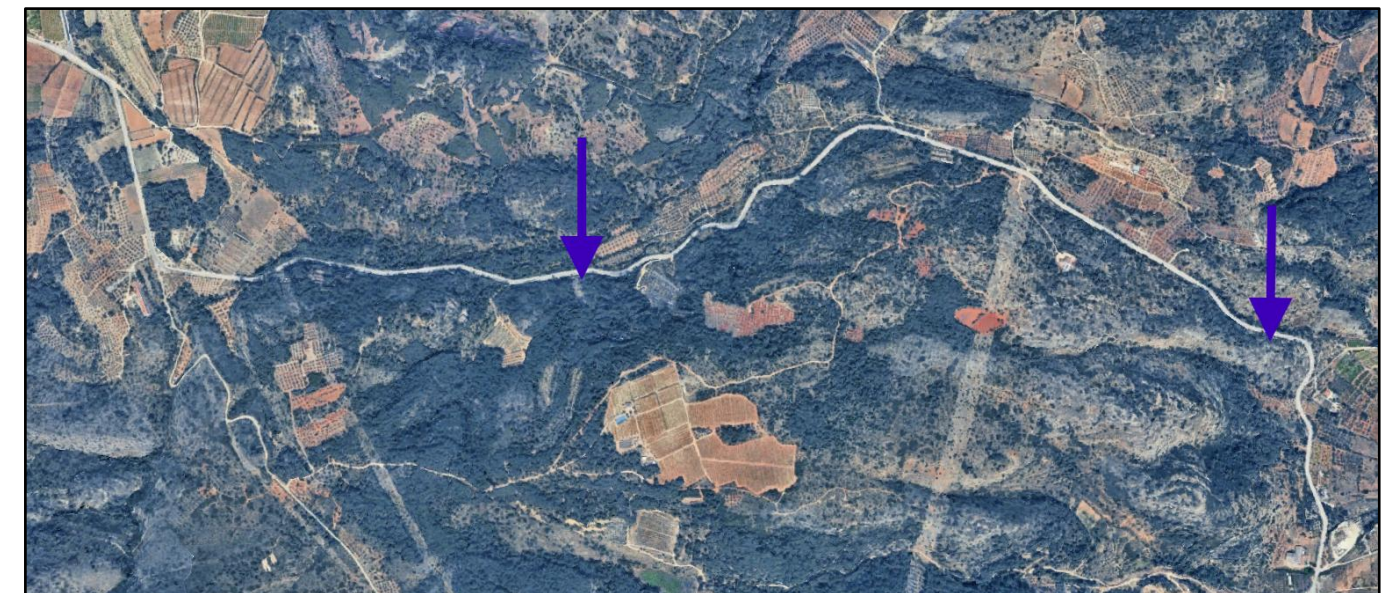


Figura 8. Lugar de ejecución de sondeos en la traza de la carretera CV-585. Fuente: Elaboración propia

### 3.2 ENSAYOS REALIZADOS

El lugar de excavación se ubica al oeste de Enguera, en una zona agraria. La calicata fue realizada por la empresa Intercontrol Levante en 2018, para la construcción de una estación de bombeo fotovoltaico.





Figura 9. Acopio y emplazamiento de la excavación. Fuente: Ensayo Intercontrol Levante

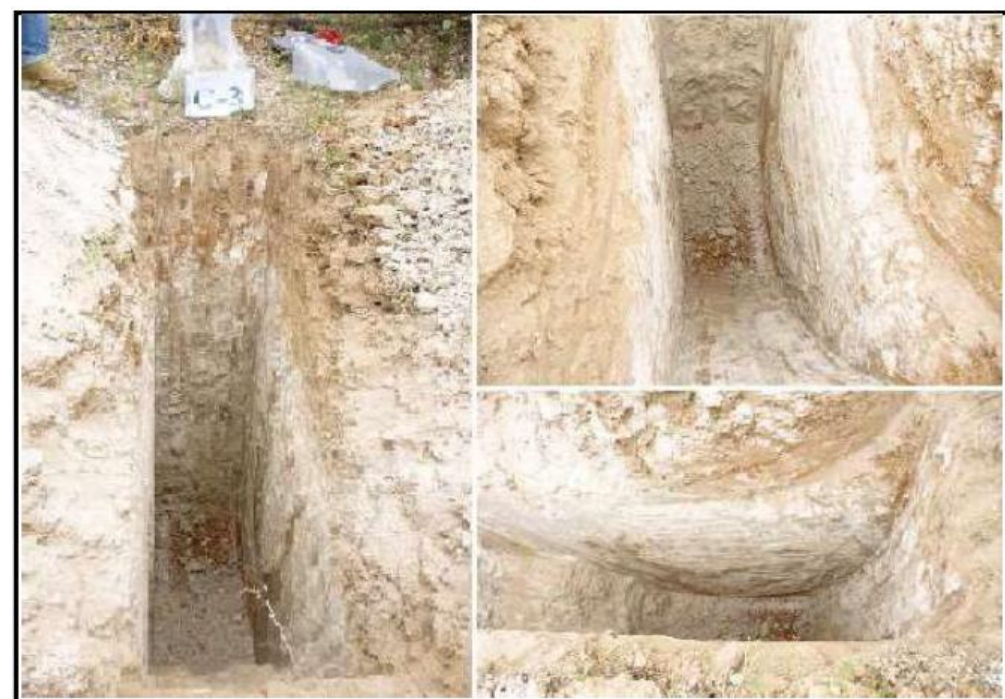


Figura 10. Excavación superficial. Fuente: Ensayo Intercontrol Levante

En la ficha adjunta se pueden encontrar los resultados de diversos ensayos realizados en laboratorio sobre dos muestras, cada cual a una altura y en una capa distintas del terreno.

El muestreo está compuesto por 3 capas. La primera está compuesta por arenas limosas de color beige con alguna grava dispersa, y su espesor es de 60 cm. Hasta una profundidad de 2,30 m se encuentra una capa de margas gris claro, alteradas en los primeros 30 cm. La primera muestra analizada en el laboratorio se extrajo de este material, a una cota de -1,50m.

Finalmente, la excavación alcanzó una profundidad de 2,80 m, encontrando margas arcillosas de colores rojizos. La segunda muestra pertenece a esta capa, y fue realizada sobre el material a 2,70 m de profundidad.

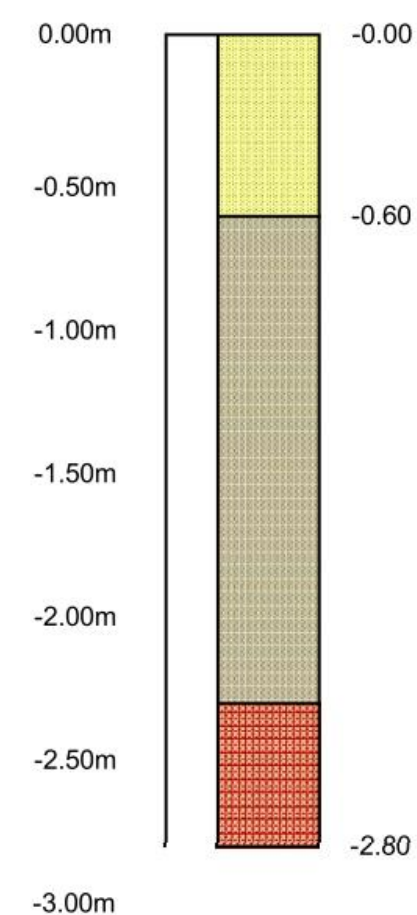


Figura 11. Columna litológica calicata. Fuente: Ensayo Intercontrol Levante

A continuación, se mencionan los ensayos realizados y sus resultados en cada muestra, para posteriormente poder clasificar el suelo.

• **Muestra nº1: -1,50 m**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE 103101/95)

| Tamiz | % Pasa | Tamiz | % Pasa |
|-------|--------|-------|--------|
| 100   | 100,0  | 10    | 99,2   |
| 80    | 100,0  | 8     | 99,0   |
| 63    | 100,0  | 4     | 97,0   |
| 50    | 100,0  | 2     | 95,8   |
| 40    | 100,0  | 1     | 93,9   |
| 31,5  | 100,0  | 0,4   | 89,5   |
| 25    | 100,0  | 0,25  | 85,6   |
| 20    | 100,0  | 0,125 | 76,8   |
| 16    | 99,5   | 0,08  | 71,6   |

Figura 12. Granulometría. Fuente: Intercontrol Levante

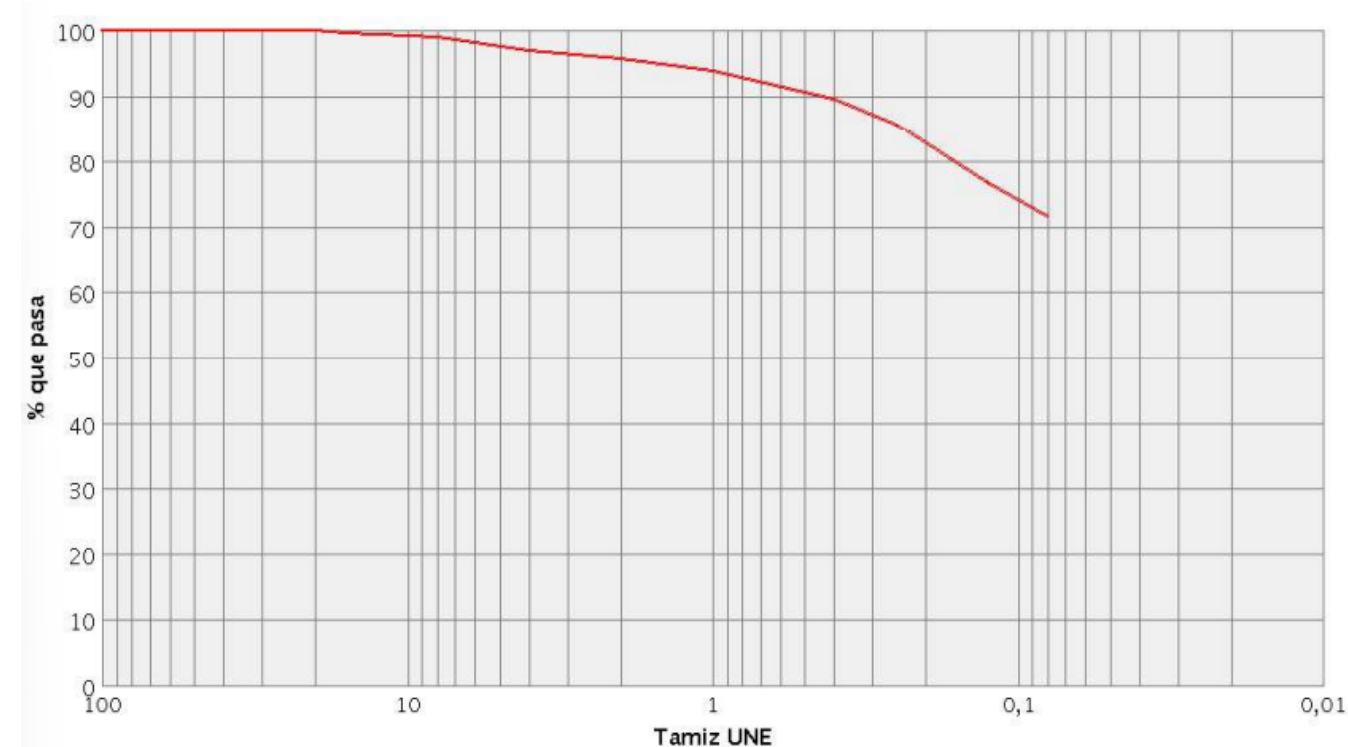


Figura 13. Curva granulométrica. Fuente: Intercontrol Levante

Plasticidad (UNE 103103 /103104)

Los resultados correspondientes a los límites de Atterberg fueron:

- Límite Líquido: **22,4** (Método del aparato de Casagrande (UNE 103103/94))
- Límite Plástico: **11,8**
- Índice de Plasticidad: **10,6 %**

Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método de permanganato potásico (UNE 103204/93)

- Materia Orgánica: **0,24 %**

Determinación del contenido en sales solubles (NLT 114/99)



- Sales Solubles: **0,121 %**
- Sales Solubles (referidas al pasa 2): **0,115 %**

Determinación del contenido en yesos de un suelo (NLT 115/99)

- Contenido en Yeso: **0,177 %**
- Contenido en Yeso (referido al pasa 2): **0,170 %**

Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro (UNE 103601/96)

Obtención por remoldeo:

|                                         | antes del ensayo | después del ensayo |
|-----------------------------------------|------------------|--------------------|
| Contenido de humedad (%)                | 11,8             | 13,6               |
| Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2,19             | 2,22               |
| Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )     | 1,96             | 1,96               |

- Hinchamiento Libre: **0,300 %**
- 

Ensayo de colapsos en suelos (UNE 103406:2006)

- Índice de Colapso: **0,2026 %**
- Potencial de Colapso: **0,2000 %**

Determinación de agresividad de suelos al hormigón (UNE 83963/08)

- Acidez Baumann-Gully: **6,0 ml/kg suelo seco**
- Contenido de Sulfatos: **88,8 mg/kg suelo seco**

Ensayo apisonado. Proctor Modificado (UNE 103501/94)

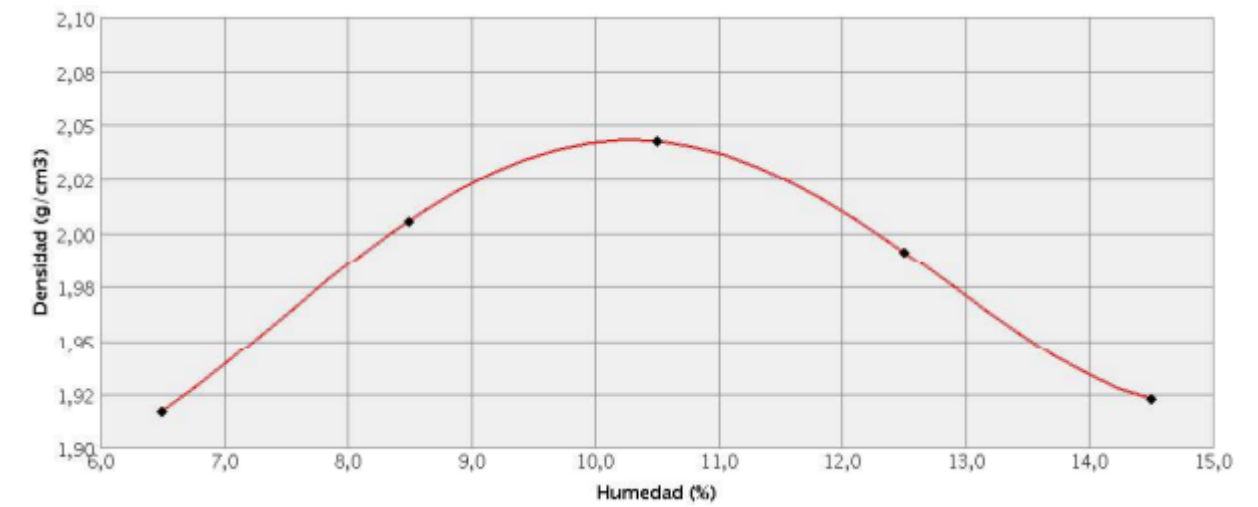


Figura 14. Curva densidad seca-humedad de compactación. Fuente: Intercontrol Levante

- Densidad Máxima: **2,04 g/cm³**
- Humedad Óptima: **10,2 %**

● **Muestra nº2: -2,70 m**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE 103101/95)

| Tamiz | % Pasa | Tamiz | % Pasa |
|-------|--------|-------|--------|
| 100   | 100,0  | 10    | 98,7   |
| 80    | 100,0  | 8     | 97,9   |
| 63    | 100,0  | 4     | 94,6   |
| 50    | 100,0  | 2     | 92,8   |
| 40    | 100,0  | 1     | 89,2   |
| 31,5  | 100,0  | 0,4   | 84,1   |
| 25    | 100,0  | 0,25  | 80,7   |
| 20    | 100,0  | 0,125 | 75,1   |
| 16    | 99,4   | 0,08  | 70,9   |

Figura 15. Granulometría. Fuente: Intercontrol Levante

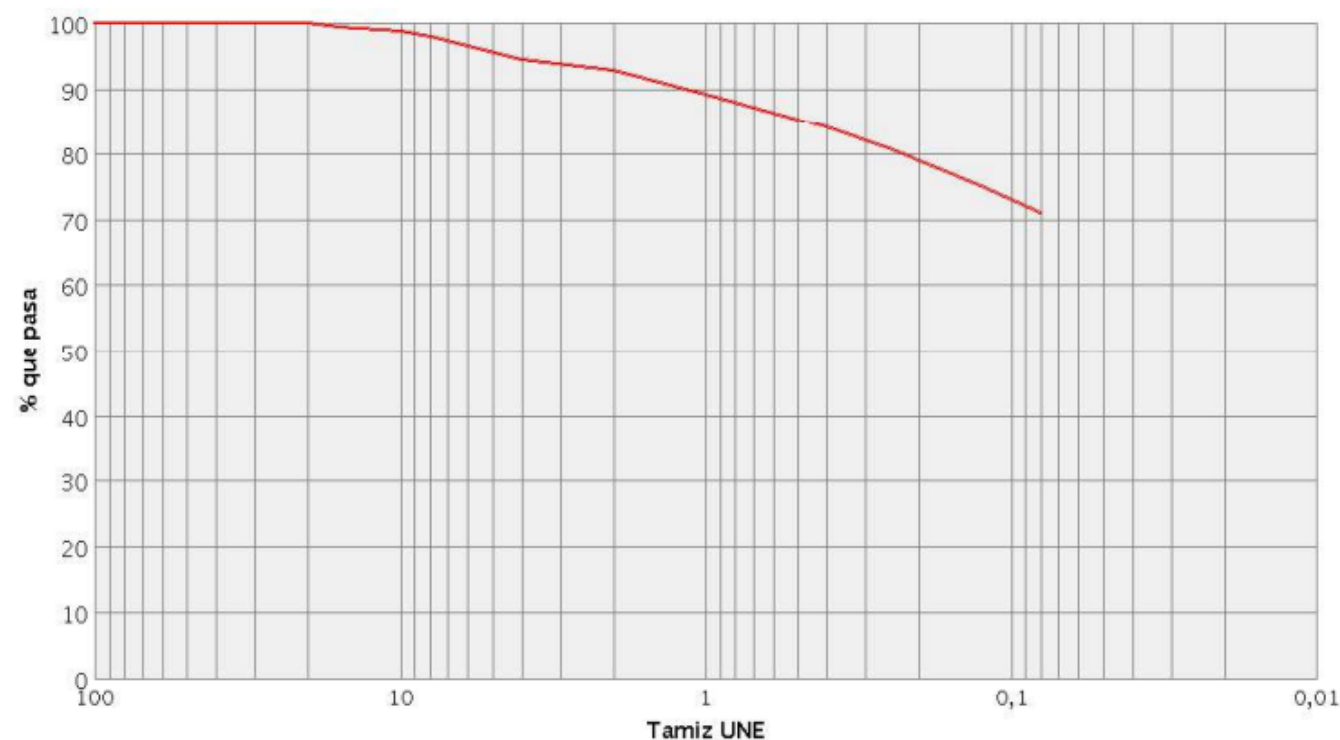


Figura 16. Curva granulométrica. Fuente: Intercontrol Levante

#### Plasticidad (UNE 103103/103104)

Los resultados correspondientes a los límites de Atterberg fueron:

- Límite Líquido: **23,6** (Método del aparato de Casagrande (UNE 103103/94))
- Límite Plástico: **12,7**
- Índice de Plasticidad: **10,9 %**

#### Determinación de agresividad de suelos al hormigón (UNE 83963/08)

- Acidez Baumann-Gully: **AUSENCIA**
- Contenido de Sulfatos: **19,8 mg/kg suelo seco**

### 3.3 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

A partir de los datos obtenidos de los ensayos realizados por Intercontrol Levante, y mediante el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG3) ha sido posible la clasificación del suelo de cada muestra.

|                      | Muestra 1 | Muestra 2 |
|----------------------|-----------|-----------|
| Materia Orgánica     | 0,24      | -         |
| Sales Solubles       | 0,12      | -         |
| Yeso                 | 0,16      | -         |
| Diámetro máximo (mm) | 20        | 20        |
| #2                   | 95,8      | 92,8      |
| #0,40                | 89,5      | 84,1      |
| #0,080               | 71,6      | 70,9      |
| Límite Líquido       | 22,4      | 23,6      |
| Índice Plasticidad   | 10,6      | 10,9      |
| Colapso              | 0,2       | -         |



|              |                 |                 |
|--------------|-----------------|-----------------|
| Hinchamiento | 0,3             | -               |
|              | SUELO TOLERABLE | SUELO TOLERABLE |

Tabla 1. Clasificación de suelos. Fuente: Elaboración propia

Se puede determinar que la clasificación del suelo según los criterios recogidos en el PG3 es suelo tolerable. Las características condicionantes para no ser determinado como un suelo de mayor calidad son los porcentajes que pasan por los tamices 2, 0.40 y 0.080 mm y los límites de Atterberg (Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad).

Esta clasificación del suelo se puede observar en la ficha del ensayo geotécnico. No obstante, se ha decidido comprobar de nuevo esta condición para mayor seguridad.

### 3.4 ESTABILIZACIÓN DEL SUELO

El suelo estabilizado in situ es una mezcla homogénea de un suelo con un conglomerante (cal o cemento), y eventualmente agua, con el fin de disminuir su plasticidad y susceptibilidad al agua o aumentar su resistencia. Cuando se compacta, sirve como formación de explanadas y rellenos tipo terraplén.

En el presente apartado se va a determinar el tipo de suelo estabilizado in situ que se podría conseguir del suelo existente, según los tres tipos establecidos. Los dos primeros, S-EST1 y S-EST2, se podrán conseguir con cal o cemento, mientras que el S-EST3 se obtendrá únicamente con cemento.

A continuación, se establecen las características que debe cumplir el suelo para poder formar un tipo de suelo estabilizado u otro, según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG3).

Para poder estabilizar con cal, se deben cumplir las siguientes condiciones:

| TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | CERNIDO ACUMULADO (% en masa)             |       |
|----------------------------|-------------------------------------------|-------|
|                            | ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) |       |
|                            | 80                                        | 0,063 |
| S-EST1 y S-EST2            | 100                                       | ≥ 15  |

Figura 17. Granulometría del suelo en las estabilizaciones con cal. Fuente: Tabla 512.1.a. PG3

La primera condición se cumple, ya que el porcentaje que pasa por el tamiz 80 mm es del 100%. De la segunda condición no tenemos datos del tamiz 0,063 mm. Sin embargo, por el tamiz 0,080 mm pasa el 71,6% de la muestra, y es por ello por lo que suponemos un porcentaje superior al 15% de cernido acumulado en el tamiz 0,063 mm.

Para poder estabilizar in situ con cemento, bien en su estado natural o bien tras un tratamiento previo de mejora con cal, se deberá cumplir lo especificado en la siguiente tabla:

| TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | CERNIDO ACUMULADO (% en masa)             |      |       |
|----------------------------|-------------------------------------------|------|-------|
|                            | ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) |      |       |
|                            | 80                                        | 2    | 0,063 |
| S-EST1 y S-EST2            | 100                                       | > 20 | < 50  |
| S-EST3                     |                                           |      | < 35  |

Figura 18. Granulometría del suelo en las estabilizaciones con cemento. Fuente: Tabla 512.1.b. PG3

El suelo cumple con el porcentaje de cernido acumulado que pasa por el tamiz 80 mm, siendo este el 100%. A su vez, el porcentaje que pasa por el tamiz 2 mm es superior al 20%, siendo cumplida también la segunda condición.

Como se ha mencionado previamente, no se tienen datos sobre #0,063, puesto que el estudio llega hasta el tamiz 0,080 mm. Por tanto, no se puede deducir el porcentaje de cernido acumulado que pasará por esta abertura. Para poder realizar el presente estudio, se tomará en cuenta la diferencia de porcentajes que pasa entre los últimos dos tamices y se supondrá esta variación para el tamiz 0,063 mm. Por el tamiz anterior (#0,080) pasa el 71,6%, y su diferencia con el anterior (#0,125) es de un 5,2%. Tomando dicha referencia, el cernido acumulado en #0,063 es de 66,4%, por lo que no cumple ninguna de las dos condiciones de la Tabla 512.1.b del PG3.

Por tanto, el suelo no podrá ser estabilizado in situ con cemento. Para el presente estudio, se descarta la posibilidad de obtener un tipo de suelo S-EST3.

La composición química del suelo deberá cumplir con las siguientes condiciones:

| CARACTERÍSTICA                       | NORMA                     | UNIDAD    | TIPO DE SUELO ESTABILIZADO |        |        |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------|----------------------------|--------|--------|
|                                      |                           |           | S-EST1                     | S-EST2 | S-EST3 |
| MATERIA ORGÁNICA (MO)                | UNE 103204                | % en masa | < 2                        | < 1    |        |
| SULFATOS SOLUBLES (SO <sub>3</sub> ) | UNE 103201 <sup>(*)</sup> | % en masa | < 0,7 <sup>(**)</sup>      |        |        |

Figura 19. Composición química del suelo. Fuente: Tabla 512.2. PG3

Para disponer el tipo de suelo estabilizado S-EST1 el suelo deberá estar compuesto por un porcentaje de materia orgánica inferior al 2%, mientras que para un S-EST2 este porcentaje será inferior al 1%. Puesto que la materia orgánica presente en el suelo es del 0,24%, cumple ambas condiciones.

Con un contenido de sulfatos solubles del 0,12%, cumple con el porcentaje máximo del 0,7% para disponer ambos tipos de suelos estabilizados.

El suelo estabilizado con cal deberá cumplir las siguientes condiciones de plasticidad:

| TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)<br>(normas UNE 103103 y UNE 103104) |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| S-EST1                     | IP ≥ 12                                                        |
| S-EST2                     | 12 ≤ IP ≤ 40                                                   |

Figura 20. Plasticidad del suelo en las estabilizaciones con cal. Fuente: Tabla 512.3.a. PG3

Con un Índice de Plasticidad (IP) de 10,6%, no cumple ninguna de las condiciones. Por tanto, el suelo tampoco podrá ser estabilizado in situ con cal.

Se concluye que el suelo correspondiente a la zona de estudio no cumple con los criterios de los 3 tipos de suelo estabilizado in situ, por lo que la explanada estará compuesta únicamente por suelo natural. La determinación de la explanada se encuentra explicada en el Anejo nº8 de Firmes y pavimentos.

#### 4. CARACTERIZACIÓN Y ESTABILIDAD DE TALUDES

Para garantizar la seguridad en los desmontes y terraplenes, es necesario realizar una descripción de los taludes según los taludes naturales y formados para la construcción de la carretera, además de los estimados por los estudios geotécnicos.

A través del Visor Cartográfico GVA, se obtienen las inclinaciones que presenta el terreno de la carretera CV-585.

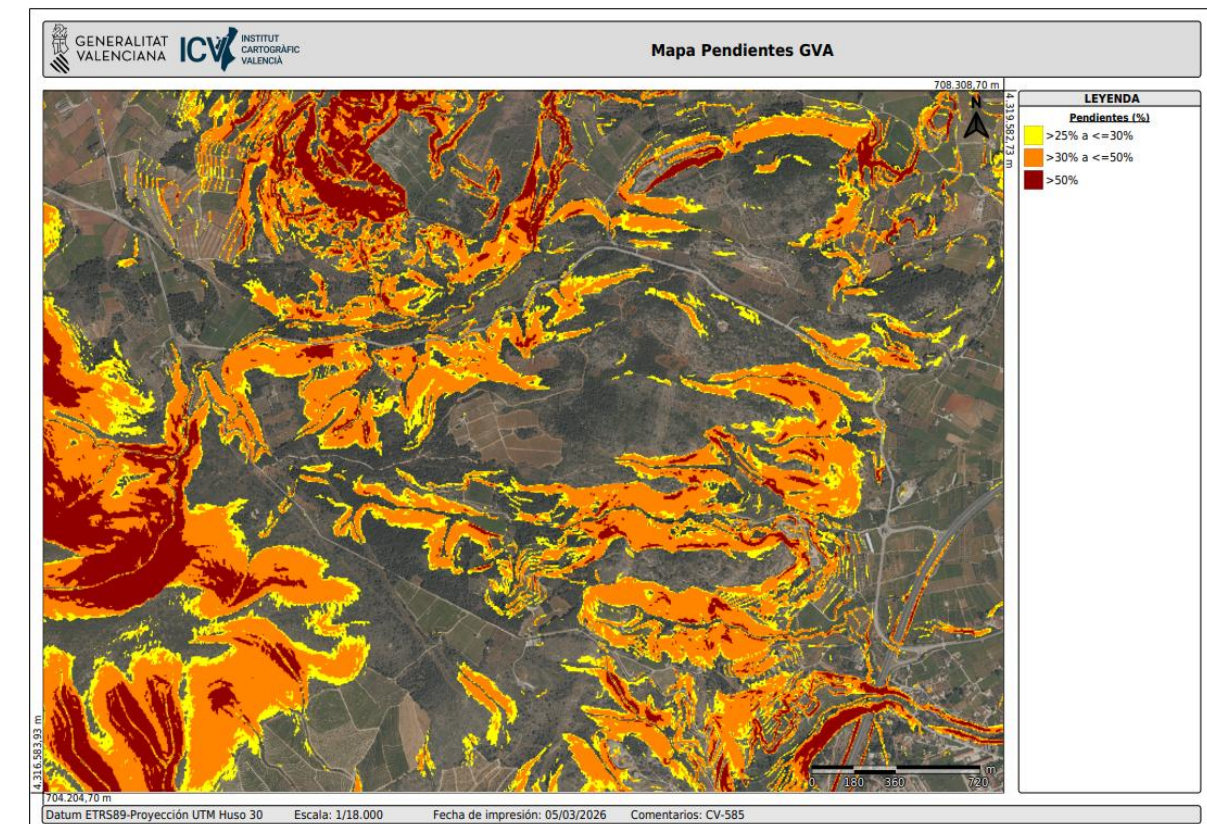


Figura 21. Pendientes naturales. E=1:18.000. Fuente: Visor Cartográfico GVA

Como se puede observar en la “Figura 21”, hay todo tipo de pendientes alrededor de la carretera actual, desde pendientes inferiores al 15% hasta desmontes con pendientes superiores al 50%, es decir, 26,6º aproximadamente.

En función de los datos obtenidos de los mapas geológicos y geotécnicos y del presente estudio de geotecnia, se valora un talud máximo de 3H/2V tanto para desmontes como para terraplenes, pudiendo variar en zonas con pendientes inferiores o sin movimientos de tierras.





## ANEJO Nº4. HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026



## ÍNDICE

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                                          | <b>1</b>  |
| <b>2. CLIMATOLOGÍA .....</b>                                          | <b>1</b>  |
| 2.1. TEMPERATURAS .....                                               | 1         |
| 2.2. PRECIPITACIONES .....                                            | 1         |
| 2.5. NIEVE.....                                                       | 2         |
| 2.6. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN.....                           | 2         |
| <b>3. RIESGO DE INUNDACIÓN .....</b>                                  | <b>2</b>  |
| <b>4. ESTUDIO HIDROLÓGICO .....</b>                                   | <b>3</b>  |
| 4.1. DEFINICIÓN DE CUENCAS.....                                       | 3         |
| 4.2. DEFINICIÓN DE PERÍODO DE RETORNO .....                           | 4         |
| 4.3. MÉTODO DE CÁLCULO .....                                          | 4         |
| 4.4. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....                                 | 5         |
| 4.4.1. INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA.....        | 5         |
| 4.4.2. FACTOR REDUCTOR DE LA PRECIPITACIÓN POR ÁREA DE LA CUENCA... 6 |           |
| 4.4.2.1. PRECIPITACIÓN DIARIA .....                                   | 6         |
| 4.4.1. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN .....                                  | 7         |
| 4.4.4. FACTOR DE INTENSIDAD $F_{INT}$ .....                           | 8         |
| 4.4.4.1. OBTENCIÓN DE $F_A$ .....                                     | 8         |
| 4.4.4.2. OBTENCIÓN DE $F_B$ .....                                     | 9         |
| 4.4.5. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....                                | 10        |
| 4.4.5.1. UMBRAL DE ESCORRENTÍA.....                                   | 10        |
| 4.4.5.2. VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA .....                | 10        |
| 4.4.5.3. COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA .....        | 11        |
| 4.4.6. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD .....                               | 12        |
| 4.4.7. CAUDALES .....                                                 | 13        |
| <b>5. DRENAJE .....</b>                                               | <b>14</b> |
| 5.1 DRENAJE TRANSVERSAL .....                                         | 14        |



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es analizar las características hidrológicas de la zona de estudio. Con los datos obtenidos se evaluará la climatología, las zonas inundables y se realizará un estudio de hidrología para determinar las obras de drenaje a disponer en el acondicionamiento de la carretera CV-585, aprovechando en la medida de lo posible las existentes.

## 2. CLIMATOLOGÍA

A continuación, se realiza un análisis de las condiciones climatológicas de la zona de estudio. Todos los datos y mapas han sido proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la Asociación Valenciana de Meteorología (AVAMET), y provenientes de la estación meteorológica de La Muntanyeta, situada entre Alcudia de Crespins y Canals, en la comarca de La Costera.

### 2.1. TEMPERATURAS

De la estación meteorológica se obtienen los siguientes datos sobre las temperaturas máximas y mínimas de los últimos 5 años, así como las temperaturas medias entre esos años.

|       | Temperatura máxima anual (°C) | Temperatura mínima anual (°C) |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|
| 2021  | 39,8                          | -1,6                          |
| 2022  | 43,1                          | 1,4                           |
| 2023  | 44,8                          | -0,4                          |
| 2024  | 42,8                          | 2,7                           |
| 2025  | 42,4                          | -0,8                          |
| Media | 42,6                          | 0,3                           |

Tabla 1. Temperaturas máximas y mínimas anuales. Fuente: Elaboración propia

En el siguiente mapa se puede observar cómo la temperatura media anual en la zona de estudio es de 15°C.

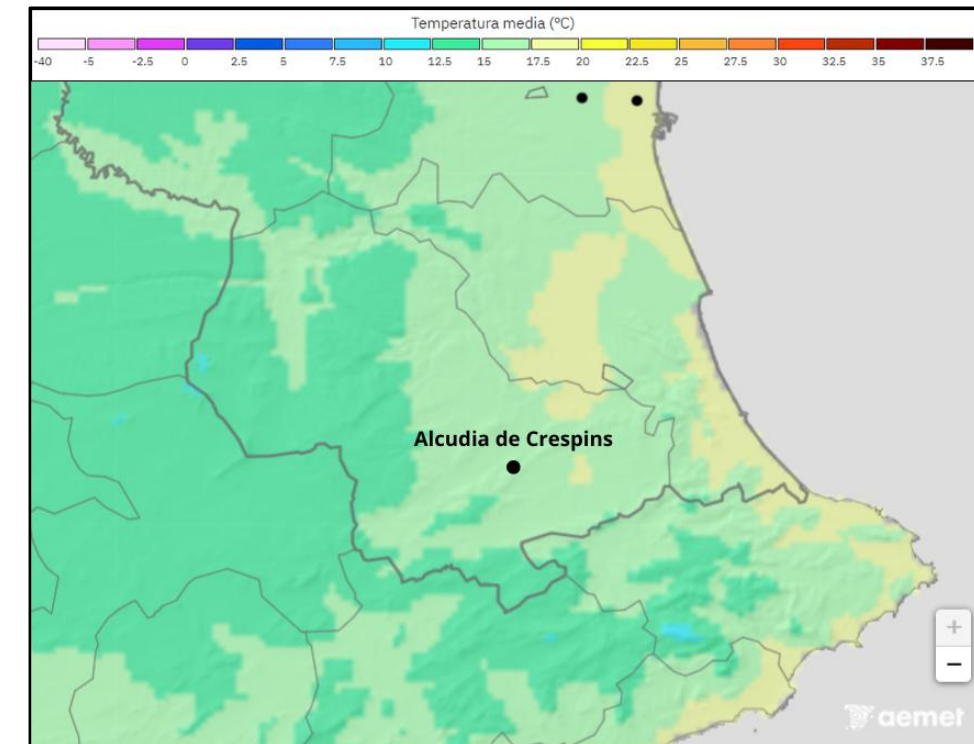


Figura 1. Mapa temperatura media (°C). Fuente: AEMET

### 2.2. PRECIPITACIONES

En los datos sobre la precipitación media anual recogidos en la siguiente tabla se observan unas variaciones significativas entre los distintos años, siendo una zona situada en el promedio de lluvias de la península, con una estimación máxima diaria de precipitación de 70 mm según se observa en la “Figura 2”.

|       | Precipitación media anual (mm) |
|-------|--------------------------------|
| 2021  | 662,4                          |
| 2022  | 923,2                          |
| 2023  | 464,6                          |
| 2024  | 423,8                          |
| 2025  | 928,8                          |
| Media | 680,6                          |

Tabla 2. Precipitación media anual. Fuente: Elaboración propia

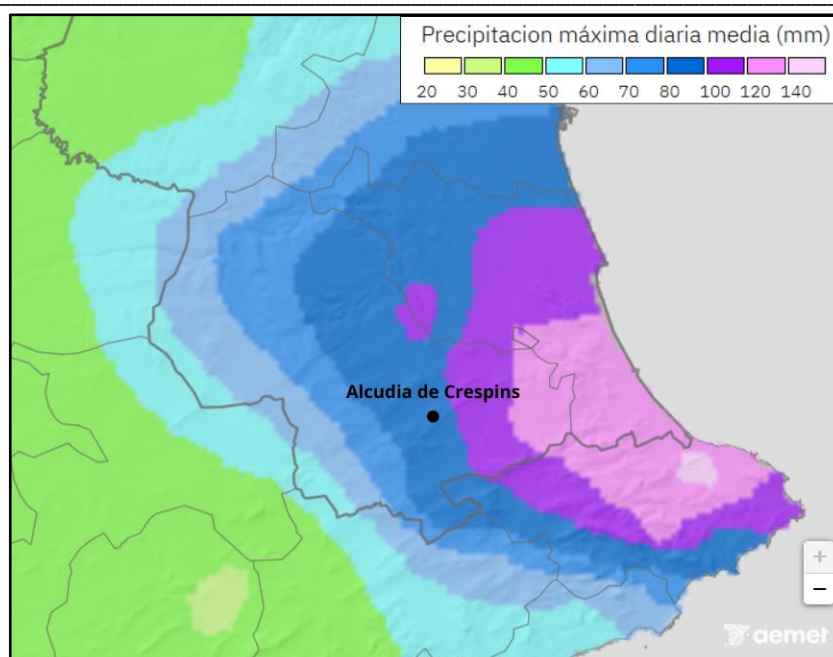


Figura 2. Mapa precipitación máxima diaria media (mm). Fuente: AEMET

## 2.5. NIEVE

En relación con las nevadas, se trata de una zona dónde los días de nieve son poco usuales durante el año, con una media de entre 1 y 2 días de nieve anuales.

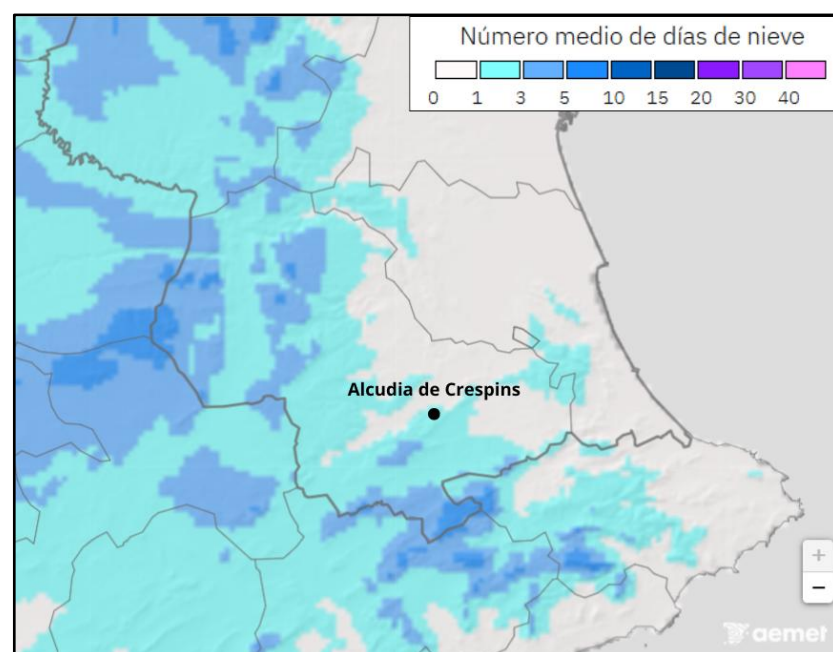


Figura 3. Nº medio de días de nieve. Fuente: AEMET

## 2.6. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

En cuanto a la clasificación climática de Köppen, Alcudia de Crespins pertenece al grupo principal C, y subdividido en el grupo Csa o de clima mediterráneo. Este grupo climático se caracteriza por sus inviernos suaves y los veranos cálidos y secos.

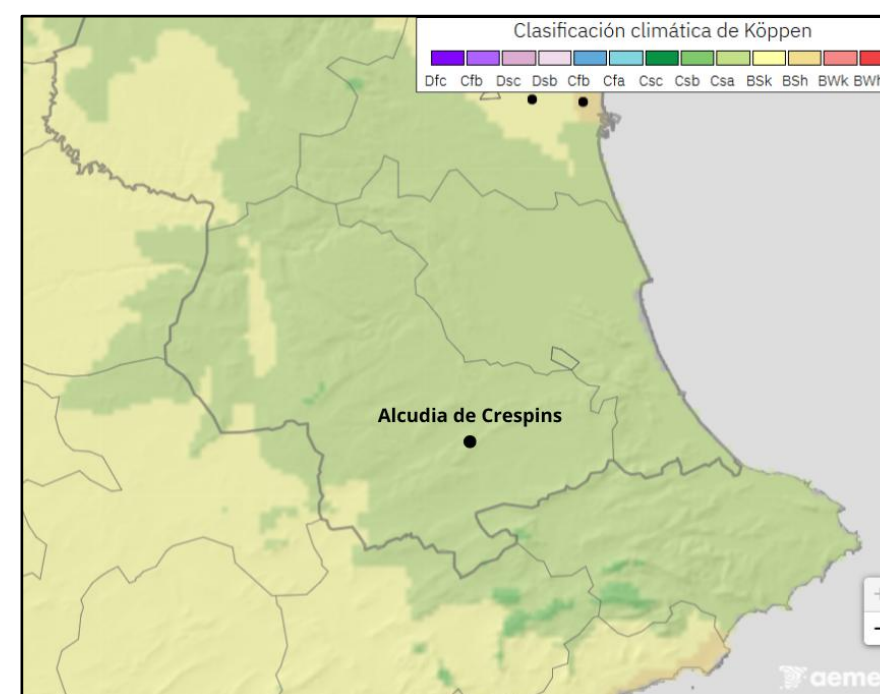


Figura 4. Clasificación climática de Köppen. Fuente: AEMET

## 3. RIESGO DE INUNDACIÓN

Los datos sobre riesgos de inundación han sido proporcionados por el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA).

A continuación, se muestra un mapa sobre la envolvente de peligrosidad por inundación, de la hoja 794-Canals. En ella se observan las áreas máximas teóricas inundables siendo tan sólo susceptible de ser inundado el tramo final de la CV-585 en su llegada al municipio de Alcudia de Crespins, en su zona de mayor llanura y menor cota de altura.



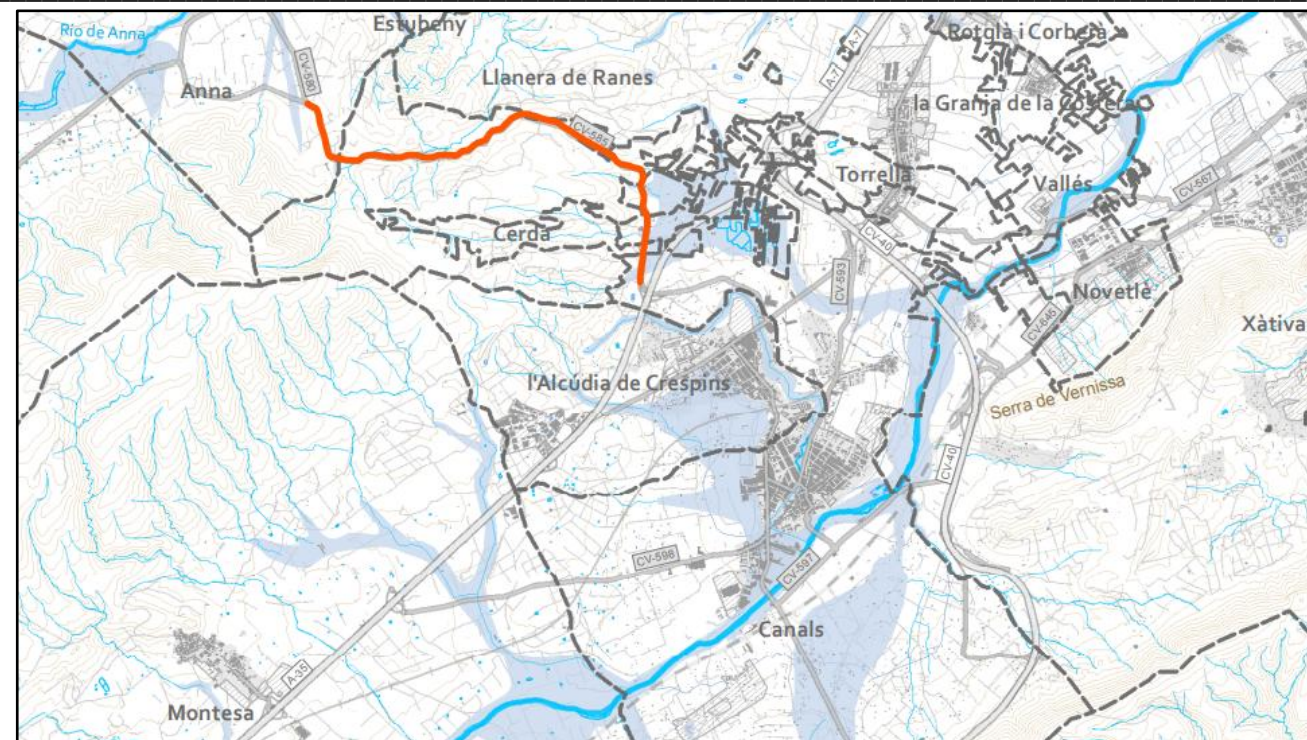


Figura 5. Envolvente de peligrosidad por inundación. Hoja 794. Fuente: PATRICOVA

El siguiente mapa extraído del Visor Cartográfico GVA, muestra los distintos niveles de peligrosidad por inundación. Las zonas inundables dónde se sitúa la carretera pertenecen a la categoría más baja de peligrosidad, con una frecuencia baja de unos 500 años y un calado inferior a los 0,80 metros.

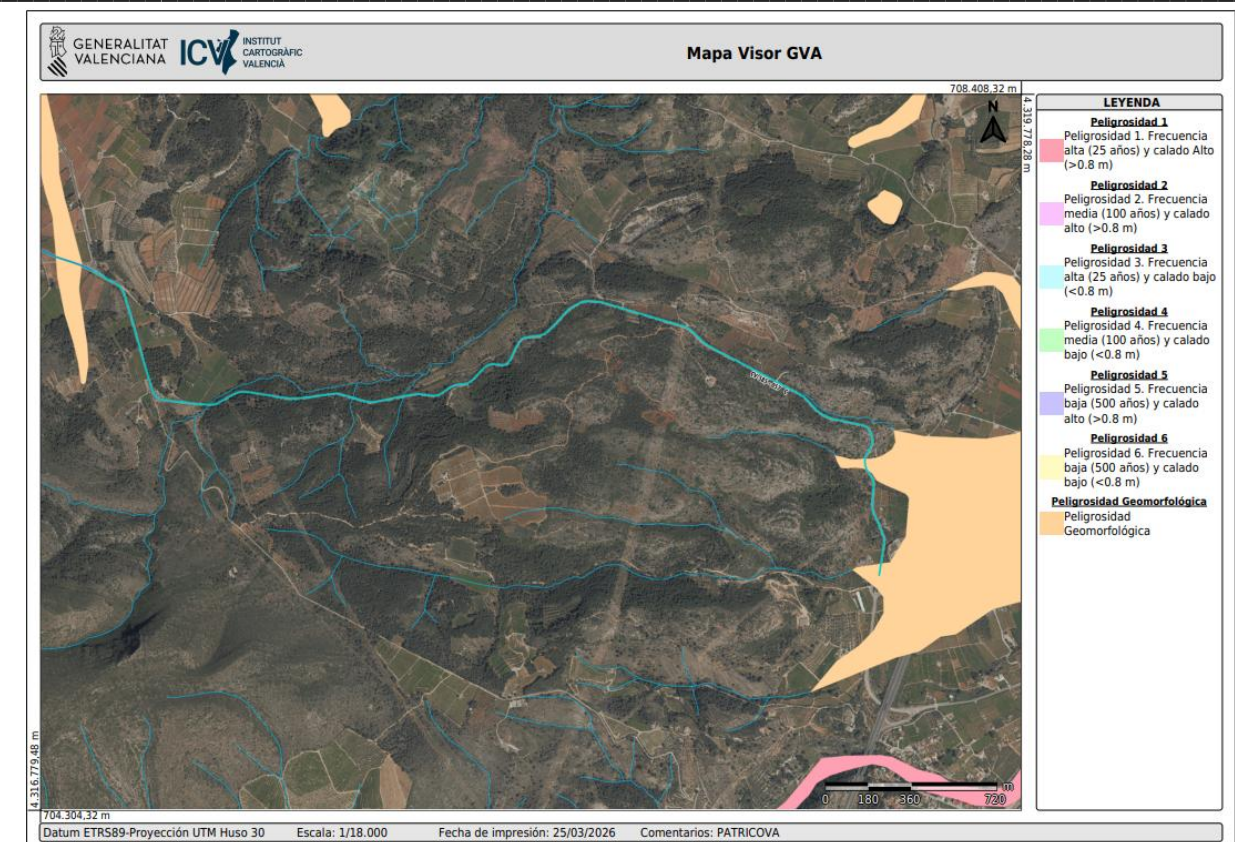


Figura 6. Peligrosidad y peligrosidad geomorfológica. Fuente: Visor Cartográfico GVA

#### 4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

En el presente apartado se va a llevar a cabo un estudio hidrológico para conocer las condiciones del terreno y evaluar el comportamiento del agua en él, para así determinar las obras de drenaje necesarias y garantizar la seguridad en la carretera y la mínima afección de las precipitaciones sobre la carretera proyectada.

Todo el estudio se realizará en cumplimiento con la Normativa vigente, siendo esta la Norma 5.2-IC de la Instrucción de Carreteras sobre Drenaje Superficial.

##### 4.1. DEFINICIÓN DE CUENCAS

Para la delimitación de las cuencas se ha empleado el software “Autodesk Civil 3D”, a través de las líneas de nivel de la cartografía del terreno.

Se han obtenido un total de 8 cuencas vertientes que influyen sobre la carretera, todas situadas en la margen derecha, como se puede observar en la “Figura 7”. Además, se



pueden divisar cuencas en dicha margen de la carretera de extensión reducida. Es por ello por lo que no se tendrán en cuenta para el estudio de hidrología para el drenaje transversal, puesto que dicha agua será conducida longitudinalmente por la margen del trazado y desaguada de forma natural o sobre las ODT existentes.

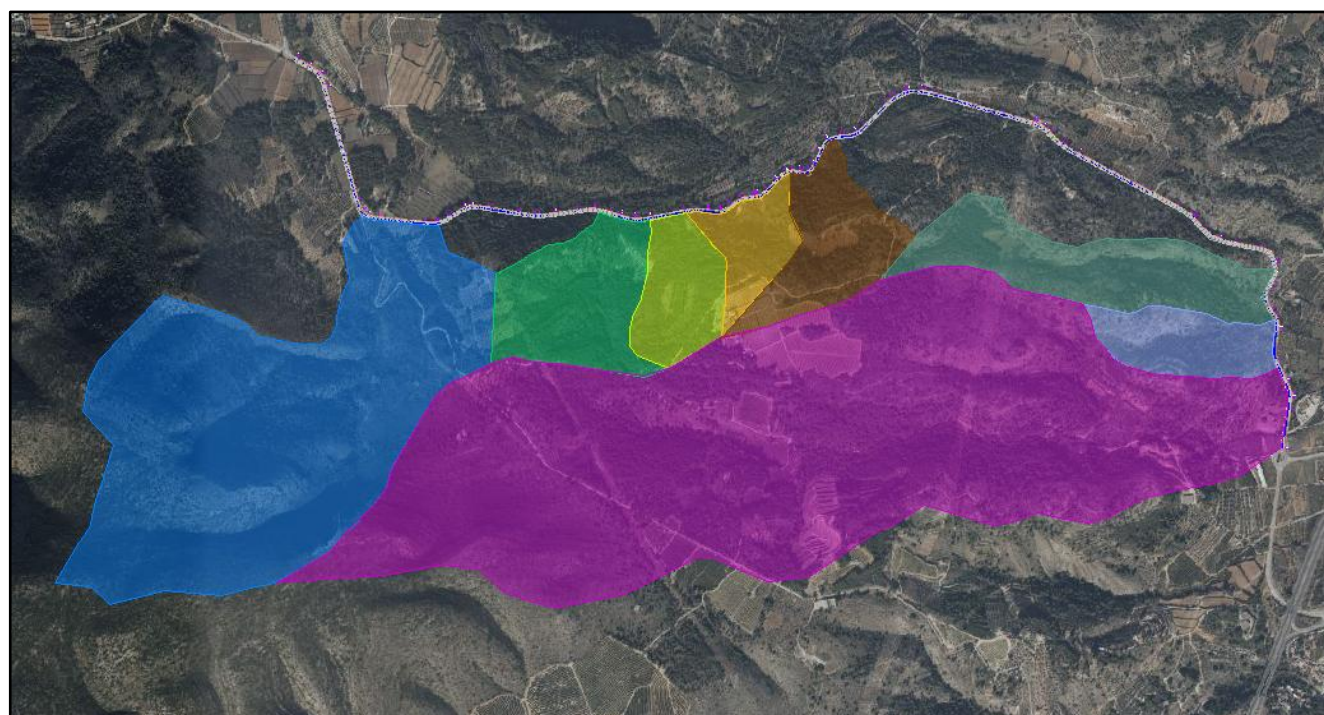


Figura 7. Representación de las cuencas. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra una tabla con las características de las cuencas objeto de estudio.

| Cuencas | Área (km2) | Longitud máxima (km) | Pendiente media |
|---------|------------|----------------------|-----------------|
| C1      | 1,032      | 1,840                | 0,1509          |
| C2      | 0,254      | 0,690                | 0,1108          |
| C3      | 0,116      | 0,515                | 0,1596          |
| C4      | 0,084      | 0,458                | 0,1814          |
| C5      | 0,160      | 0,698                | 0,1259          |
| C6      | 0,247      | 1,357                | 0,0899          |
| C7      | 0,112      | 0,723                | 0,1407          |
| C8      | 2,001      | 3,759                | 0,0995          |

Tabla 3. Características de las cuencas. Fuente: Elaboración propia

## 4.2. DEFINICIÓN DE PERÍODO DE RETORNO

Según la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, para el cálculo de las obras de drenaje se definen los siguientes períodos de retorno:

- “Drenaje de plataformas y márgenes: veinticinco años (T=25 años), salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo en que se debe adoptar cincuenta años (T=50 años).”
- “Drenaje transversal: se debe establecer por el proyecto en un valor superior o igual a cien años ( $T \geq 100$  años) que resulte compatible con los criterios sobre el particular de la Administración Hidráulica competente.”

## 4.3. MÉTODO DE CÁLCULO

La metodología de cálculo del caudal máximo para un período de retorno  $Q_T$  concreto están recogidas en la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial. Los métodos recogidos se emplearán en caso de no disponer de información sobre caudales máximos proporcionada por la Administración Hidráulica competente, como es el caso del presente estudio para el acondicionamiento de la carretera CV-585.

Para períodos de retorno T iguales o inferiores a 25 años el caudal máximo anual se calculará según el método racional mediante la siguiente fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) * C * A * K_t}{3,6}$$

donde,

- $Q_T$  (m<sup>3</sup>/s): Caudal máximo anual correspondientes al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$  (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c$ , de la cuenca.
- C (adimensional): Coeficiente medio de escorrentía.



- $A$  (km<sup>2</sup>): Área de la cuenca o superficie considerada.
- $K_t$  (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

En el caso de tener un período de retorno  $T$  superior a 25 años y no ser posible la realización de un estudio específico mediante métodos estadísticos o modelos hidrológicos, con la información de avenidas históricas, se utilizará el modelo regional proporcionando valores aproximados a través de la siguiente fórmula:

$$Q_T = \varphi * Q_{10}^\lambda$$

donde,

- $Q_T$  (m<sup>3</sup>/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca.
- $Q_{10}$  (m<sup>3</sup>/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno de diez años en el punto de desagüe de la cuenca, calculado mediante el método racional.
- $\varphi$  (adimensional): Coeficiente propio de la región y del período de retorno considerado.
- $\lambda$  (adimensional): Exponente propio de la región y del período de retorno considerado.

Debido a que el factor función del período de retorno de 100 años, obtenido en el apartado 4.4.5.3 del presente anejo, es 0 y, por tanto, no se podrá determinar el caudal máximo anual para dicho período de retorno, se realizarán los cálculos con un período de retorno de 10 años.

Así, se podrá obtener mediante la fórmula previa el caudal exigido por normativa de período de retorno de 100 años.

#### 4.4. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación  $I(T, t)$  correspondiente a un período de retorno  $T$ , y a una duración del aguacero  $t$ , para la estimación por el método racional de los caudales, se obtiene según la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d * F_{int}$$

donde,

- $I(T, t)$  (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente a un período de  $T$  y a una duración de aguacero  $t$ .
- $I_d$  (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno  $T$ .
- $F_{int}$  (adimensional): Factor de intensidad.

##### 4.4.1. INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA

La intensidad media diaria de precipitación corregida se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{P_d * K_A}{24}$$

donde,

- $I_d$  (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno  $T$ .
- $P_d$  (mm): Precipitación diaria correspondiente al período de retorno  $T$ .
- $K_A$  (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

#### 4.4.2. FACTOR REDUCTOR DE LA PRECIPITACIÓN POR ÁREA DE LA CUENCA

El siguiente valor tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Para extensiones de cuencas inferiores a 1 km<sup>2</sup>, el factor reductor no tendrá efecto sobre la intensidad media diaria de precipitación corregida:

$$K_A = 1$$

Para las cuencas cuya área sea superior a 1 km<sup>2</sup>, la fórmula a emplear será la siguiente:

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} * A}{15}$$

A continuación, se calcula dicho factor para las cuencas C1 y C8:

$$K_{A,C1} = 1 - \frac{\log_{10} (1,032)}{15} = 0,999$$

$$K_{A,C8} = 1 - \frac{\log_{10} (2,001)}{15} = 0,9799$$

##### 4.4.2.1. PRECIPITACIÓN DIARIA

La precipitación diaria  $P_d$  se corresponde con el valor medio de la superficie de la cuenca, la cual se obtiene mediante la interpolación de los valores obtenidos en los pluviómetros. Para el caso objeto de estudio se hará uso de la Hoja 4-4 del documento de “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” proporcionado por Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

El coeficiente de variación  $C_v$  y el valor de precipitación diaria de estudio se obtendrán de dicho documento.

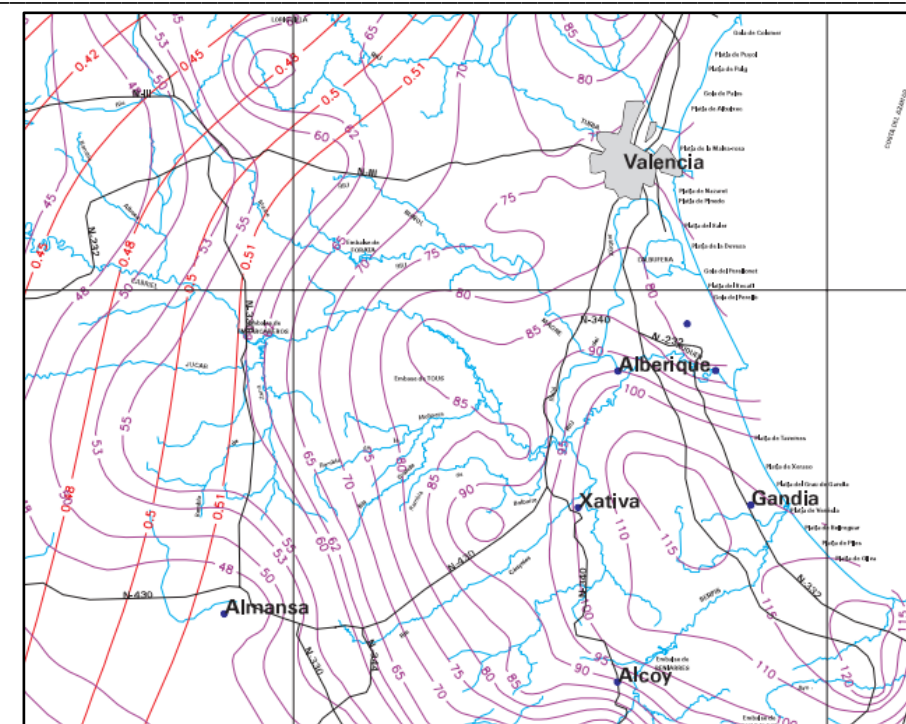


Figura 8. Mapa de lluvias de España. Fuente: Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

$$C_v = 0,51$$

$$P_m = 95$$

El valor de precipitación diaria  $P_d$  se obtiene del producto entre la precipitación diaria  $P_m$  y el factor de amplificación  $K_t$ , obtenido a partir del coeficiente  $C_v$  y el período de retorno según la tabla de la “Figura 9”.



| C <sub>v</sub> | PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T) |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 2                              | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 200   | 500   |
| 0.30           | 0.935                          | 1.194 | 1.377 | 1.625 | 1.823 | 2.022 | 2.251 | 2.541 |
| 0.31           | 0.932                          | 1.198 | 1.385 | 1.640 | 1.854 | 2.068 | 2.296 | 2.602 |
| 0.32           | 0.929                          | 1.202 | 1.400 | 1.671 | 1.884 | 2.098 | 2.342 | 2.663 |
| 0.33           | 0.927                          | 1.209 | 1.415 | 1.686 | 1.915 | 2.144 | 2.388 | 2.724 |
| 0.34           | 0.924                          | 1.213 | 1.423 | 1.717 | 1.930 | 2.174 | 2.434 | 2.785 |
| 0.35           | 0.921                          | 1.217 | 1.438 | 1.732 | 1.961 | 2.220 | 2.480 | 2.831 |
| 0.36           | 0.919                          | 1.225 | 1.446 | 1.747 | 1.991 | 2.251 | 2.525 | 2.892 |
| 0.37           | 0.917                          | 1.232 | 1.461 | 1.778 | 2.022 | 2.281 | 2.571 | 2.953 |
| 0.38           | 0.914                          | 1.240 | 1.469 | 1.793 | 2.052 | 2.327 | 2.617 | 3.014 |
| 0.39           | 0.912                          | 1.243 | 1.484 | 1.808 | 2.083 | 2.357 | 2.663 | 3.067 |
| 0.40           | 0.909                          | 1.247 | 1.492 | 1.839 | 2.113 | 2.403 | 2.708 | 3.128 |
| 0.41           | 0.906                          | 1.255 | 1.507 | 1.854 | 2.144 | 2.434 | 2.754 | 3.189 |
| 0.42           | 0.904                          | 1.259 | 1.514 | 1.884 | 2.174 | 2.480 | 2.800 | 3.250 |
| 0.43           | 0.901                          | 1.263 | 1.534 | 1.900 | 2.205 | 2.510 | 2.846 | 3.311 |
| 0.44           | 0.898                          | 1.270 | 1.541 | 1.915 | 2.220 | 2.556 | 2.892 | 3.372 |
| 0.45           | 0.896                          | 1.274 | 1.549 | 1.945 | 2.251 | 2.586 | 2.937 | 3.433 |
| 0.46           | 0.894                          | 1.278 | 1.564 | 1.961 | 2.281 | 2.632 | 2.983 | 3.494 |
| 0.47           | 0.892                          | 1.286 | 1.579 | 1.991 | 2.312 | 2.663 | 3.044 | 3.555 |
| 0.48           | 0.890                          | 1.289 | 1.595 | 2.007 | 2.342 | 2.708 | 3.098 | 3.616 |
| 0.49           | 0.887                          | 1.293 | 1.603 | 2.022 | 2.373 | 2.739 | 3.128 | 3.677 |
| 0.50           | 0.885                          | 1.297 | 1.610 | 2.052 | 2.403 | 2.785 | 3.189 | 3.738 |
| 0.51           | 0.883                          | 1.301 | 1.625 | 2.068 | 2.434 | 2.815 | 3.220 | 3.799 |
| 0.52           | 0.881                          | 1.308 | 1.640 | 2.098 | 2.464 | 2.861 | 3.281 | 3.860 |

Figura 9. Tabla obtención K<sub>t</sub>. Fuente: Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Para los períodos de retorno de 10 y 25 años, los valores del factor de amplificación serán 1,625 y 2,068, respectivamente.

$$P_d = P_m * K_t$$

$$P_{d,10} = 95 * 1,625 = 154,375 \text{ mm}$$

$$P_{d,25} = 95 * 2,068 = 196,46 \text{ mm}$$

Una vez obtenidos los valores de precipitación diaria y junto con el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca, se procede a la determinación de la intensidad media diaria de precipitación corregida.

$$I_{d,10} = \frac{154,375 * 1}{24} = 6,43 \text{ mm/h}$$

$$I_{d,25} = \frac{196,46 * 1}{24} = 8,19 \text{ mm/h}$$

$$I_{d,10}(C1) = \frac{154,375 * 0,999}{24} = 6,42 \text{ mm/h}$$

$$I_{d,25}(C1) = \frac{196,46 * 0,999}{24} = 8,17 \text{ mm/h}$$

$$I_{d,10}(C8) = \frac{154,375 * 0,9799}{24} = 6,30 \text{ mm/h}$$

$$I_{d,25}(C8) = \frac{196,46 * 0,9799}{24} = 8,02 \text{ mm/h}$$

#### 4.4.1. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca aporte escorrentía en el punto de desagüe. Tiene en cuenta el recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe.

$$t_c = 0,3 * L_c^{0,76} * J_c^{-0,19}$$

donde,

- t<sub>c</sub> (horas): Tiempo de concentración
- L<sub>c</sub> (km): Longitud del cauce

-  $J_c$  (adimensional): Pendiente media del cauce

| Cuencas | Longitud máxima (km) | Pendiente media | $t_c$ (h) |
|---------|----------------------|-----------------|-----------|
| C1      | 1,840                | 0,1509          | 0,6830    |
| C2      | 0,690                | 0,1108          | 0,3437    |
| C3      | 0,515                | 0,1596          | 0,2568    |
| C4      | 0,458                | 0,1814          | 0,2292    |
| C5      | 0,698                | 0,1259          | 0,3384    |
| C6      | 1,357                | 0,0899          | 0,5980    |
| C7      | 0,723                | 0,1407          | 0,3403    |
| C8      | 3,759                | 0,0995          | 1,2723    |

Tabla 4. Tiempo de concentración por cuencas. Fuente: Elaboración propia

-  $F_a$  (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I_l/I_d$ ).

-  $I_l/I_d$  (adimensional): Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida.

-  $t$  (horas): Duración del aguacero

El índice de torrencialidad  $I_l/I_d$  se obtiene según la región dónde se encuentra la zona de estudio, cómo se puede observar en el mapa siguiente correspondiente al apartado 2.2.2.4 de Factor de intensidad  $F_{int}$  de la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial:

#### 4.4.4. FACTOR DE INTENSIDAD $F_{INT}$

El factor de intensidad depende de la duración del aguacero  $t$  y del período de retorno  $T$  si se dispone de curvas IDF aceptadas por la Dirección General de Carreteras. El valor adoptado será el mayor entre los siguientes:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

donde,

- $F_{int}$  (adimensional): Factor de intensidad.
- $F_a$  (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I_l/I_d$ ).
- $F_b$  (adimensional): Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

##### 4.4.4.1. OBTENCIÓN DE $F_A$

Para la obtención del factor  $F_a$  se utiliza la siguiente expresión:

$$F_a = \left(\frac{I_l}{I_d}\right)^{3,5287-2,5287*t^{0,1}}$$

donde,

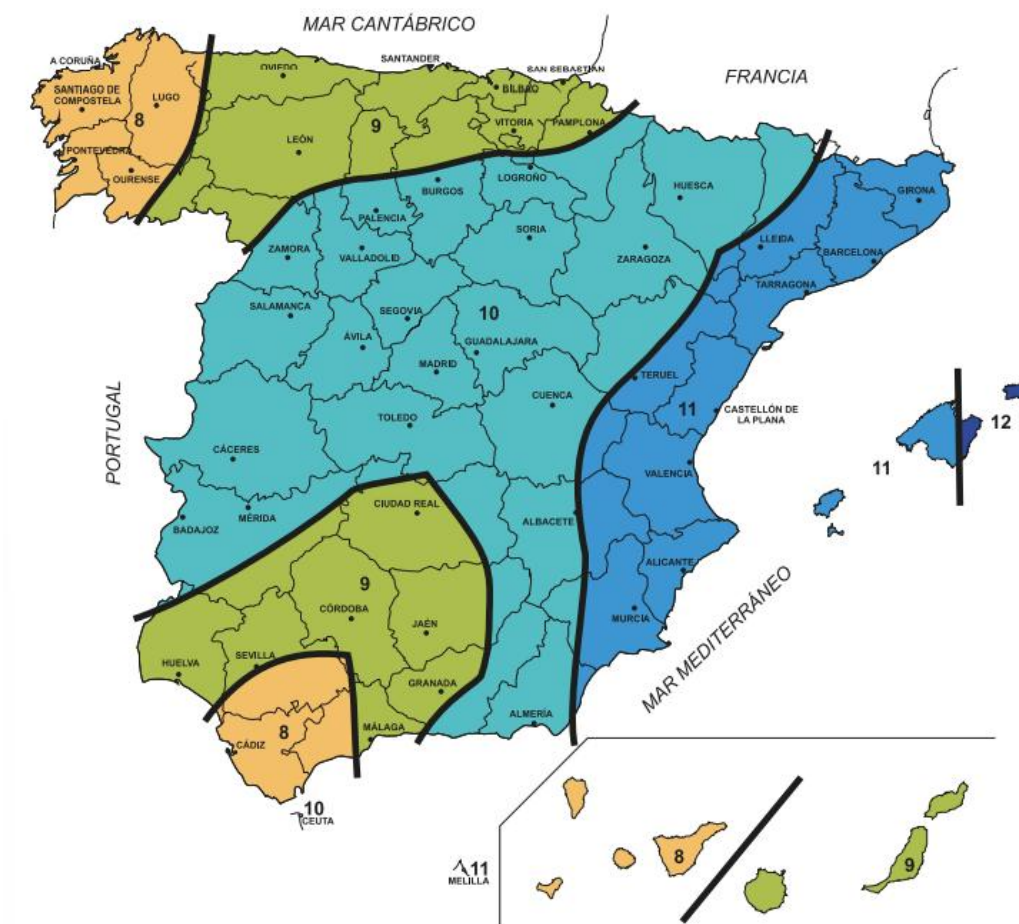


Figura 10. Mapa del índice de torrencialidad ( $I_l/I_d$ ). Fuente: Figura 2.4. Norma 5.2-IC



En el caso de la carretera CV-585 perteneciente a la provincia de Valencia, el índice de torrencialidad tendrá un valor de 11.

$$\frac{I_l}{I_d} = 11$$

A continuación, se calcula el coeficiente  $F_a$  mediante la fórmula previamente descrita y el apoyo del siguiente gráfico:

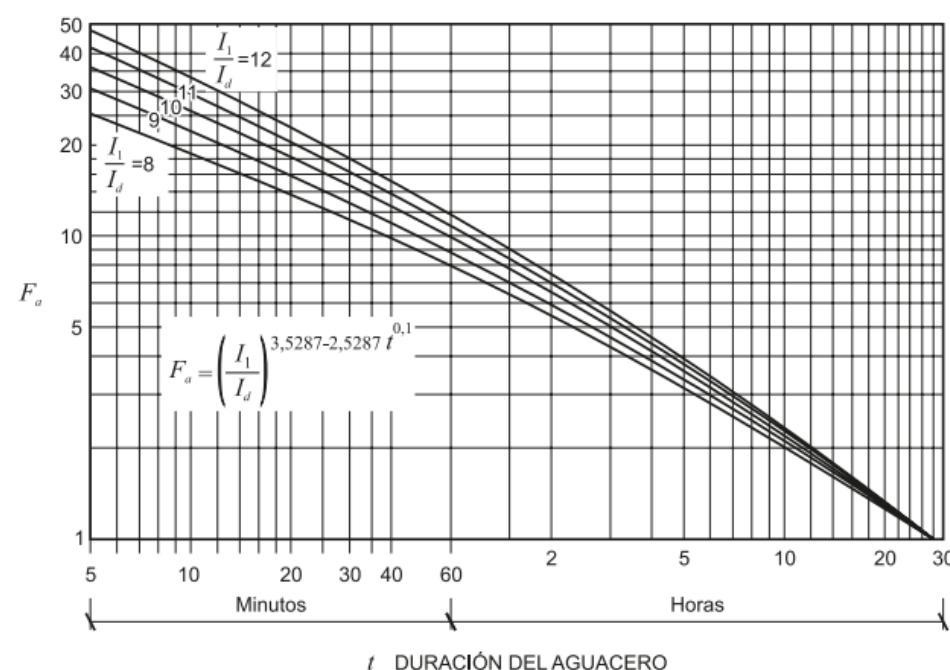


Figura 11. Factor  $F_a$ . Fuente: Figura 2.3. Norma 5.2-IC.

La siguiente tabla recoge los valores obtenidos de  $F_a$  para las distintas cuencas.

| Cuencas | $t_c$ (h) | $I_l/I_d$ | $F_a$ |
|---------|-----------|-----------|-------|
| C1      | 0,68      | 11        | 13,80 |
| C2      | 0,34      | 11        | 20,33 |
| C3      | 0,26      | 11        | 23,78 |

|    |      |    |       |
|----|------|----|-------|
| C4 | 0,23 | 11 | 25,24 |
| C5 | 0,34 | 11 | 20,50 |
| C6 | 0,60 | 11 | 14,91 |
| C7 | 0,34 | 11 | 20,44 |
| C8 | 1,27 | 11 | 9,49  |

Tabla 5. Valores de  $F_a$  por cuenca. Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.4.2. OBTENCIÓN DE $F_b$

El factor  $F_b$  se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$F_b = k_b * \frac{I_{IDF} * (T, t_c)}{I_{IDF} * (T, 24)}$$

donde,

- $F_b$  (adimensional): Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.
- $I_{IDF} (T, t_c)$  (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno  $T$  y al tiempo de concentración  $t_c$ .
- $I_{IDF} (T, 24)$  (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno  $T$  y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas ( $t=24$  h).

Debido a la falta de información acerca de las curvas IDF de los pluviógrafos cercanos, el factor  $F_b$  no será empleado para el cálculo del factor de intensidad  $F_{int}$ .

Así, la fórmula queda de la siguiente forma:

$$F_{int} = F_a$$

Con los datos obtenidos, se procede al cálculo de la intensidad de precipitación  $I(T, t)$ . La siguiente tabla contiene los valores de dicho cálculo.

| Cuencas | Periodo de retorno | Id   | Fint  | I(T,t) |
|---------|--------------------|------|-------|--------|
| C1      | 10                 | 6,42 | 13,80 | 88,6   |
|         | 25                 | 8,17 |       | 112,8  |
| C2      | 10                 | 6,43 | 20,33 | 130,7  |
|         | 25                 | 8,19 |       | 166,5  |
| C3      | 10                 | 6,43 | 23,78 | 152,9  |
|         | 25                 | 8,19 |       | 194,8  |
| C4      | 10                 | 6,43 | 25,24 | 162,3  |
|         | 25                 | 8,19 |       | 206,7  |
| C5      | 10                 | 6,43 | 20,50 | 131,8  |
|         | 25                 | 8,19 |       | 167,9  |
| C6      | 10                 | 6,43 | 14,91 | 95,9   |
|         | 25                 | 8,19 |       | 122,1  |
| C7      | 10                 | 6,43 | 20,44 | 131,4  |
|         | 25                 | 8,19 |       | 167,4  |
| C8      | 10                 | 6,30 | 9,49  | 59,8   |
|         | 25                 | 8,02 |       | 76,1   |

Tabla 6. Intensidad de precipitación por cuencas y períodos. Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.5. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I (T,t<sub>c</sub>) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

La fórmula empleada para su cálculo es la siguiente:

$$\text{Si } P_d * K_A > P_o \rightarrow C = \frac{\left(\frac{P_d * K_A}{P_o} - 1\right) * \left(\frac{P_d * K_A}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d * K_A}{P_o} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d * K_A \leq P_o \rightarrow C = 0$$

donde,

- C (adimensional): Coeficiente de escorrentía.

- P<sub>d</sub> (mm): Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado.

- K<sub>A</sub> (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

- P<sub>o</sub> (mm): Umbral de escorrentía

#### 4.4.5.1. UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para iniciar la generación de escorrentía, y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$P_o = P_o^i * \beta$$

donde,

- P<sub>o</sub> (mm): Umbral de escorrentía
- P<sub>o</sub><sup>i</sup> (mm): Valor inicial del umbral de escorrentía
- β (adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

#### 4.4.5.2. VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El valor inicial del umbral de escorrentía P<sub>o</sub><sup>i</sup> se determina a partir de la Tabla 2.3 de la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial. Para ello se tienen en cuenta la pendiente natural del terreno y los usos del suelo.

Para la obtención del grupo hidrológico al que pertenece el suelo se recurre al mapa correspondiente a la figura 2.7 de la Norma. Como se puede observar en la “Figura 12” del presente anejo, la zona de estudio se incluye en el grupo hidrológico C, de infiltración lenta, potencia entre media y pequeña, y drenaje imperfecto.



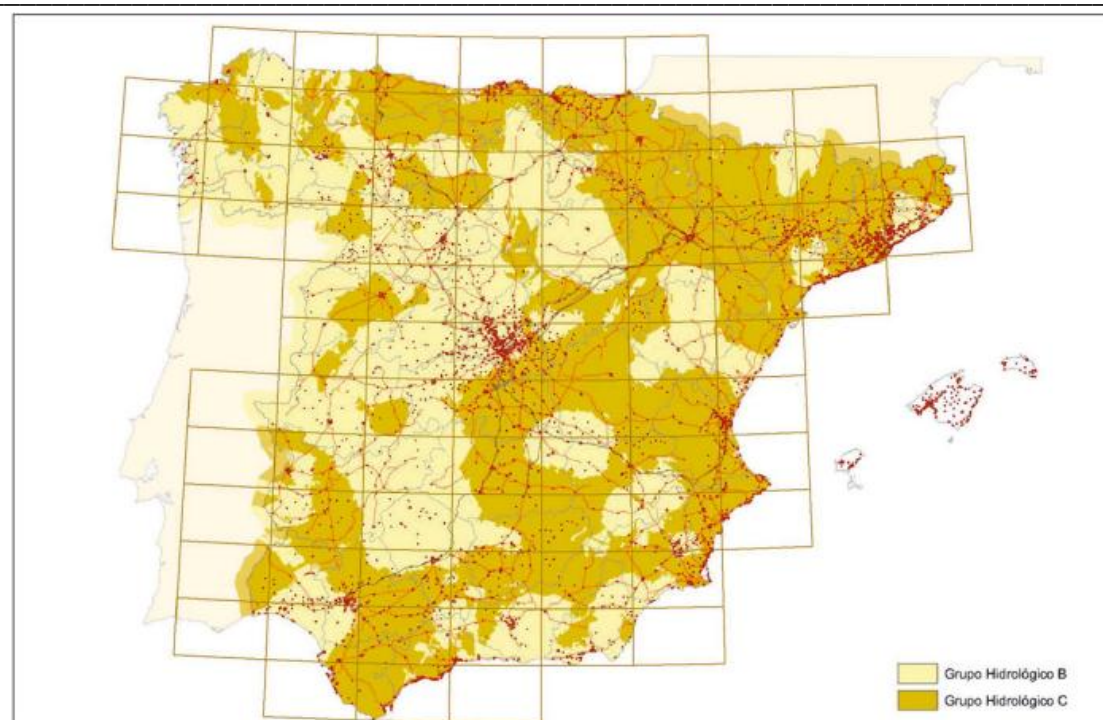


Figura 12. Mapa de grupos hidrológicos de suelo. Fuente: Figura 2.7. Norma 5.2-IC

Posteriormente, haciendo uso del Visor Cartográfico GVA y de la Tabla 2.3 de la Norma 5.2-IC, se obtiene el uso del suelo y el valor inicial del umbral de escorrentía  $P_o^i$ .

$$P_o^i = 18 \text{ mm}$$

#### 4.4.5.3. COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Para obras de drenaje transversal de vías de servicio, ramales, caminos, accesos a instalaciones y edificaciones auxiliares de la carretera y otros elementos anejos, y drenaje de plataformas y márgenes, se debe aplicar la siguiente expresión:

$$\beta^{PM} = \beta_m * F_T$$

donde,

- $\beta^{PM}$  (adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares.

- $\beta_m$  (adimensional): Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.
- $F_T$  (adimensional): Factor función del período de retorno T.

Los valores de la fórmula se obtienen de la Tabla 2.5 de la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, conociendo la región de la zona de estudio mediante la observación del siguiente mapa:



Figura 13. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Fuente: Figura 2.9. Norma 5.2-IC.

Para el caso de la carretera CV-585, su región correspondiente es la 822.

| Región | Valor medio, $\beta_m$ | Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del |                   |                   | Periodo de retorno $T$ (años), $F_T$ |      |      |      |      |
|--------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|
|        |                        | 50% $\Delta_{50}$                                                     | 67% $\Delta_{67}$ | 90% $\Delta_{90}$ | 2                                    | 5    | 25   | 100  | 500  |
| 11     | 0,90                   | 0,20                                                                  | 0,30              | 0,50              | 0,80                                 | 0,90 | 1,13 | 1,34 | 1,59 |
| 12     | 0,95                   | 0,20                                                                  | 0,25              | 0,45              | 0,75                                 | 0,90 | 1,14 | 1,33 | 1,56 |
| 13     | 0,60                   | 0,15                                                                  | 0,25              | 0,40              | 0,74                                 | 0,90 | 1,15 | 1,34 | 1,55 |
| 21     | 1,20                   | 0,20                                                                  | 0,35              | 0,55              | 0,74                                 | 0,88 | 1,18 | 1,47 | 1,90 |
| 22     | 1,50                   | 0,15                                                                  | 0,20              | 0,35              | 0,74                                 | 0,90 | 1,12 | 1,27 | 1,37 |
| 23     | 0,70                   | 0,20                                                                  | 0,35              | 0,55              | 0,77                                 | 0,89 | 1,15 | 1,44 | 1,82 |
| 24     | 1,10                   | 0,15                                                                  | 0,20              | 0,35              | 0,76                                 | 0,90 | 1,14 | 1,36 | 1,63 |
| 25     | 0,60                   | 0,15                                                                  | 0,20              | 0,35              | 0,82                                 | 0,92 | 1,12 | 1,29 | 1,48 |
| 31     | 0,90                   | 0,20                                                                  | 0,30              | 0,50              | 0,87                                 | 0,93 | 1,10 | 1,26 | 1,45 |
| 32     | 1,00                   | 0,20                                                                  | 0,30              | 0,50              | 0,82                                 | 0,91 | 1,12 | 1,31 | 1,54 |
| 33     | 2,15                   | 0,25                                                                  | 0,40              | 0,65              | 0,70                                 | 0,88 | 1,15 | 1,38 | 1,62 |
| 41     | 1,20                   | 0,20                                                                  | 0,25              | 0,45              | 0,91                                 | 0,96 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 42     | 2,25                   | 0,20                                                                  | 0,35              | 0,55              | 0,67                                 | 0,86 | 1,18 | 1,46 | 1,78 |
| 511    | 2,15                   | 0,10                                                                  | 0,15              | 0,20              | 0,81                                 | 0,91 | 1,12 | 1,30 | 1,50 |
| 512    | 0,70                   | 0,20                                                                  | 0,30              | 0,50              | 1,00                                 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 52     | 0,95                   | 0,20                                                                  | 0,25              | 0,45              | 0,89                                 | 0,94 | 1,09 | 1,22 | 1,36 |
| 53     | 2,10                   | 0,25                                                                  | 0,35              | 0,60              | 0,68                                 | 0,87 | 1,16 | 1,38 | 1,56 |
| 61     | 2,00                   | 0,25                                                                  | 0,35              | 0,60              | 0,77                                 | 0,91 | 1,10 | 1,18 | 1,17 |
| 71     | 1,20                   | 0,15                                                                  | 0,20              | 0,35              | 0,82                                 | 0,94 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 72     | 2,10                   | 0,30                                                                  | 0,45              | 0,70              | 0,67                                 | 0,86 | 1,00 | -    | -    |
| 81     | 1,30                   | 0,25                                                                  | 0,35              | 0,60              | 0,76                                 | 0,90 | 1,14 | 1,34 | 1,58 |
| 821    | 1,30                   | 0,35                                                                  | 0,50              | 0,85              | 0,82                                 | 0,91 | 1,07 | -    | -    |
| 822    | 2,40                   | 0,25                                                                  | 0,35              | 0,60              | 0,70                                 | 0,86 | 1,16 | -    | -    |
| 83     | 2,30                   | 0,15                                                                  | 0,25              | 0,40              | 0,63                                 | 0,85 | 1,21 | 1,51 | 1,85 |
| 91     | 0,85                   | 0,15                                                                  | 0,25              | 0,40              | 0,72                                 | 0,88 | 1,19 | 1,52 | 1,95 |
| 92     | 1,45                   | 0,30                                                                  | 0,40              | 0,70              | 0,82                                 | 0,94 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 93     | 1,70                   | 0,20                                                                  | 0,25              | 0,45              | 0,77                                 | 0,92 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Figura 14. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía: valores correspondientes a calibraciones regionales.  
Fuente: Tabla 2.5. Norma 5.2-IC.

Así, el valor medio  $\beta_m$  es de 2,40, y los factores  $F_T$  en función de los períodos de retorno 10 y 25 años son 1 y 1,16, respectivamente.

Aplicando los valores obtenidos a la fórmula se obtiene:

$$\beta_{10}^{PM} = 2,40 * 1 = 2,40$$

$$\beta_{25}^{PM} = 2,40 * 1,16 = 2,784$$

Con los valores obtenidos, se procede al cálculo del umbral de escorrentía  $P_o$ .

$$P_{o,10} = 18 * 2,40 = 43,2 \text{ mm}$$

$$P_{o,25} = 18 * 2,784 = 50,112 \text{ mm}$$

Obtenidos todos los valores necesarios para el cálculo del coeficiente de escorrentía, y sustituyendo en la fórmula, se tienen los siguientes resultados:

| Cuencas | Periodo de retorno | Ka     | Pd      | Po     | C     |
|---------|--------------------|--------|---------|--------|-------|
| C1      | 10                 | 0,999  | 154,375 | 43,20  | 0,322 |
|         | 25                 |        | 196,46  | 50,112 | 0,353 |
| C2      | 10                 | 1      | 154,375 | 43,20  | 0,322 |
|         | 25                 |        | 196,46  | 50,112 | 0,353 |
| C3      | 10                 | 1      | 154,375 | 43,20  | 0,322 |
|         | 25                 |        | 196,46  | 50,112 | 0,353 |
| C4      | 10                 | 1      | 154,375 | 43,20  | 0,322 |
|         | 25                 |        | 196,46  | 50,112 | 0,353 |
| C5      | 10                 | 1      | 154,375 | 43,20  | 0,322 |
|         | 25                 |        | 196,46  | 50,112 | 0,353 |
| C6      | 10                 | 1      | 154,375 | 43,20  | 0,322 |
|         | 25                 |        | 196,46  | 50,112 | 0,353 |
| C7      | 10                 | 1      | 154,375 | 43,20  | 0,322 |
|         | 25                 |        | 196,46  | 50,112 | 0,353 |
| C8      | 10                 | 0,9799 | 154,375 | 43,20  | 0,315 |
|         | 25                 |        | 196,46  | 50,112 | 0,346 |

Tabla 7. Cálculo del coeficiente de escorrentía. Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.6. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

El coeficiente de uniformidad tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:



$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

donde,

- $K_t$  (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.
- $t_c$  (horas): Tiempo de concentración de la cuenca.

Aplicando la fórmula, se obtienen los siguientes coeficientes:

| Cuencas | $t_c$ (h) | $K_t$ |
|---------|-----------|-------|
| C1      | 0,68      | 1,042 |
| C2      | 0,34      | 1,018 |
| C3      | 0,26      | 1,013 |
| C4      | 0,23      | 1,011 |
| C5      | 0,34      | 1,018 |
| C6      | 0,60      | 1,036 |
| C7      | 0,34      | 1,018 |
| C8      | 1,27      | 1,088 |

Tabla 8. Cálculo del coeficiente de uniformidad. Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.7. CAUDALES

Con los datos obtenidos, se procede la obtención de los caudales máximos anuales estimados para los períodos de retorno de 10 y 25 años.

| Cuencas | Periodo de retorno | $I(T,t)$ | C     | Área (km2) | $K_t$ | $Q_t$ (m3/s) |
|---------|--------------------|----------|-------|------------|-------|--------------|
| C1      | 10                 | 88,6     | 0,322 | 1,032      | 1,042 | 8,513        |
|         | 25                 | 112,8    | 0,353 |            |       | 11,883       |
| C2      | 10                 | 130,7    | 0,322 | 0,254      | 1,018 | 3,023        |
|         | 25                 | 166,5    | 0,353 |            |       | 4,223        |

|    |    |       |       |       |       |        |
|----|----|-------|-------|-------|-------|--------|
| C3 | 10 | 152,9 | 0,322 | 0,116 | 1,013 | 1,607  |
|    | 25 | 194,8 | 0,353 |       |       | 2,245  |
| C4 | 10 | 162,3 | 0,322 | 0,084 | 1,011 | 1,233  |
|    | 25 | 206,7 | 0,353 |       |       | 1,722  |
| C5 | 10 | 131,8 | 0,322 | 0,160 | 1,018 | 1,920  |
|    | 25 | 167,9 | 0,353 |       |       | 2,683  |
| C6 | 10 | 95,9  | 0,322 | 0,247 | 1,036 | 2,194  |
|    | 25 | 122,1 | 0,353 |       |       | 3,065  |
| C7 | 10 | 131,4 | 0,322 | 0,112 | 1,018 | 1,340  |
|    | 25 | 167,4 | 0,353 |       |       | 1,872  |
| C8 | 10 | 59,8  | 0,315 | 2,001 | 1,088 | 11,398 |
|    | 25 | 76,1  | 0,346 |       |       | 15,938 |

Tabla 9. Caudal máximo anual por cuenca y período. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se calcula el caudal máximo anual para un período de retorno de 100 años, exigido para el drenaje transversal y según la fórmula siguiente:

$$Q_T = \varphi * Q_{10}^\lambda$$

Los parámetros de la ecuación se extraen de la “Figura 15”, correspondiente a la tabla 2.6 de la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, siendo para  $\varphi$  y  $\lambda$  los valores 4,0 y 1,10, respectivamente.

| Regiones 821 y 822             |      |      |      |      |
|--------------------------------|------|------|------|------|
| Periodo de retorno, $T$ (años) | 50   | 100  | 200  | 500  |
| $\varphi$                      | 3,0  | 4,0  | 6,5  | 10,4 |
| $\lambda$                      | 1,07 | 1,10 | 1,10 | 1,07 |

Figura 15. Parámetros para el cálculo. Fuente: Tabla 2.6. Norma 5.2-IC

A continuación, se muestran los cálculos del caudal máximo anual para el período de retorno de 100 años.

| Cuencas | Qt,10 (m3/s) | Qt,100 (m3/s) |
|---------|--------------|---------------|
| C1      | 8,513        | 42,1843       |
| C2      | 3,023        | 13,5065       |
| C3      | 1,607        | 6,7403        |
| C4      | 1,233        | 5,0364        |
| C5      | 1,920        | 8,1977        |
| C6      | 2,194        | 9,4934        |
| C7      | 1,340        | 5,5192        |
| C8      | 11,398       | 58,1529       |

Tabla 10. Caudal máximo anual para un periodo de retorno de 100 años. Fuente: Elaboración propia

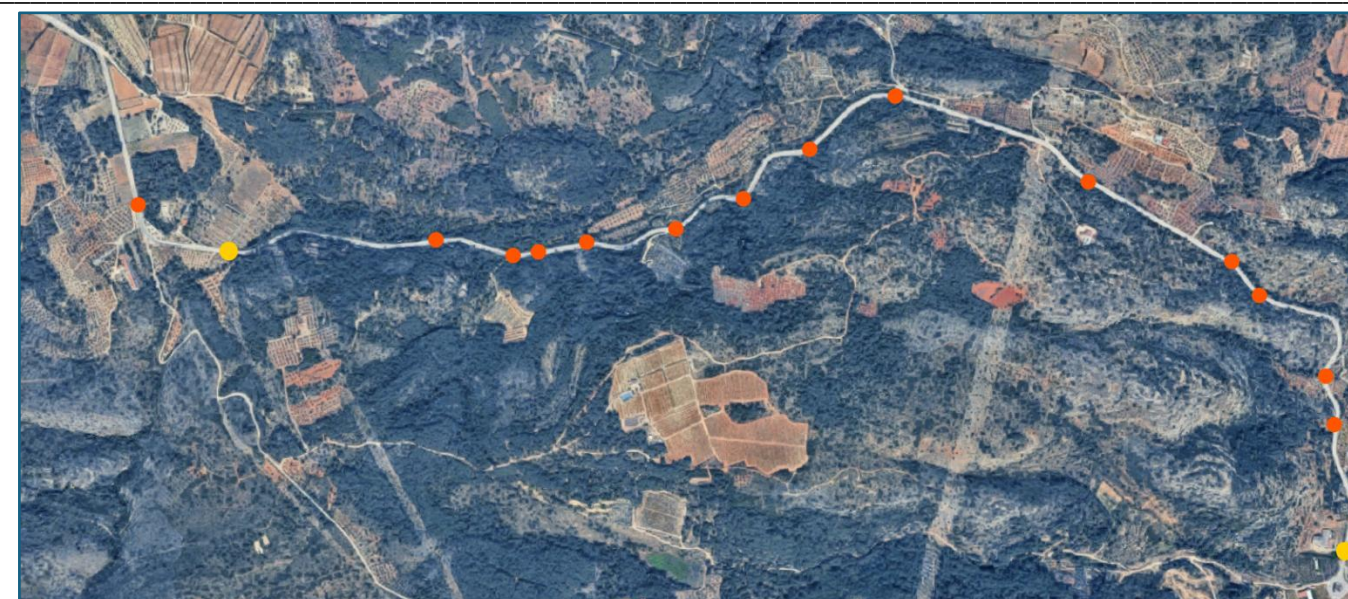


Figura 16. Obras de drenaje transversal en el trazado actual. Fuente: Elaboración propia

## 5. DRENAJE

### 5.1 DRENAJE TRANSVERSAL

La carretera CV-585 cuenta en todo el trazado de estudio con 16 Obras de Drenaje Transversal (ODT). Estas obras trasladan el agua de las precipitaciones recogidas por los drenajes longitudinales de la margen derecha a la margen izquierda de la carretera, para así evitar el encharcamiento del agua superficial en la calzada y suponer un peligro para la seguridad de los usuarios.

En la “Figura 16”, se pueden observar las ODT existentes a lo largo del trazado, destacando las dos resaltadas de color amarillo. Estas obras no son similares al resto, ya que se tratan de pequeños puentes integrados, de mayor magnitud. Esta característica se debe al paso de barrancos que pueden llegar a transportar un mayor volumen de agua debido a las precipitaciones, y coinciden con las cuencas de extensiones superiores a 1 km<sup>2</sup>.

Para el acondicionamiento de la carretera se tratará de no modificar estos tramos del trazado, al suponer un coste más elevado trasladar estas Obras de Drenaje Transversal.

El resto de ODT se mantendrán con el nuevo diseño, siguiendo el trazado de cada una de las alternativas para pasar por los mismos puntos, evitando grandes actuaciones que supongan un sobrecoste y siendo necesario un estudio hidrológico más exhaustivo en caso de ejecutarse la obra de acondicionamiento descrita en el presente estudio, para plantear su desplazamiento en caso de no conseguir alternativas satisfactorias para el drenaje.

### 5.2 DRENAJE LONGITUDINAL

El drenaje longitudinal tiene la función de recoger y conducir el agua de las precipitaciones que cae sobre la plataforma y los taludes, para posteriormente evacuarla por los puntos de desagüe.

En el caso de la carretera CV-585, transporta el agua hasta los puntos de drenaje transversal que transportan el agua de la margen derecha a la margen izquierda de la carretera, en sentido creciente de PK, para continuar con su flujo natural. También puede evacuarse el agua de forma natural, filtrándose a través del terreno, como se puede observar en algunos puntos del diseño existente.

Cómo se puede observar en las figuras siguientes, existentes dos tipos de cuneta para el drenaje longitudinal a lo largo del trazado. La forma más común de encontrar la



cuneta es sin revestir, siendo el terreno el encargado de conducir el agua hacia los puntos de desagüe. También se pueden encontrar cunetas revestidas de hormigón en tramos con una pendiente más elevada o para cuencas de mayor volumen.



Figura 17. Drenaje longitudinal sin revestir en el P.K. 1+010. Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Drenaje longitudinal revestido en el P.K. 2+480. Fuente: Elaboración propia

Para el estudio de alternativas se propone continuar con el diseño existente para dar continuidad a toda la obra de drenaje longitudinal. Cuenta con una inclinación menor junto al arcén para evitar la caída en caso de salida de vía de algún vehículo, y a continuación se une con el desmonte con una inclinación de 2:1. Este diseño se puede observar en la “Figura 19”, y será constante a lo largo de todo el tramo de estudio.

Medidas en m

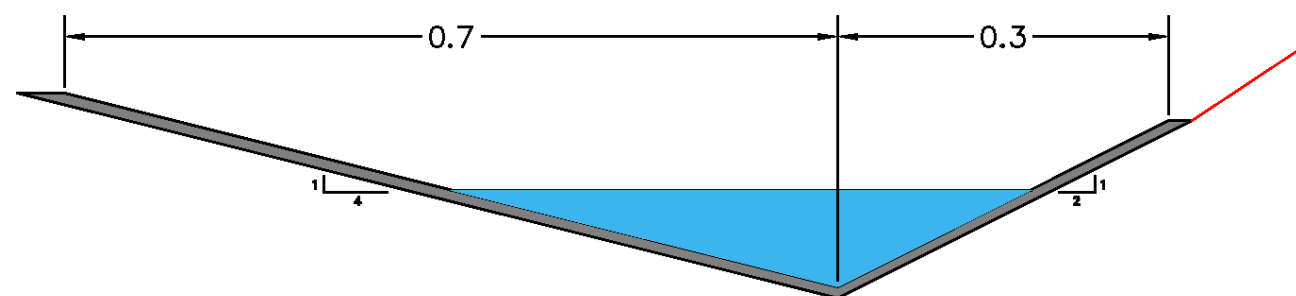


Figura 19. Sección drenaje longitudinal. Fuente: Elaboración propia





## ANEJO N°5: SEGURIDAD VIAL

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN ..... 1

2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA ..... 1

2.1 VELOCIDAD DE OPERACIÓN ..... 1

2.2 TRAMIFICACIÓN..... 2

2.3 CONSISTENCIA LOCAL..... 2

2.4 CONSISTENCIA GLOBAL ..... 3

3. SEGURIDAD VIAL ..... 4



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es analizar la consistencia del nuevo trazado de la carretera CV-585, además de otros aspectos de gran importancia para el correcto diseño de un acondicionamiento, explicando en detalle las metodologías y las ecuaciones empleadas para su obtención y los requisitos que debe cumplir para garantizar la seguridad y la comodidad deseadas para los usuarios.

Debido a la orografía de la zona de estudio y la complejidad en materia del cumplimiento con la normativa de trazado, la consistencia es el factor fundamental que debe cumplir la carretera para ser considerada una alternativa válida para la solución definitiva. Dicho análisis se realizará en base a unos criterios objetivos según la Instrucción de Trazado y los modelos de consistencia, con resultados obtenidos mediante las estimaciones proporcionadas por el software Perfil V85.

También se analizará la siniestralidad de la carretera mediante la estimación del número de accidentes esperado, para comprobar si la seguridad en la CV-585 ha aumentado con respecto al trazado original.

## 2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

La consistencia en una carretera consiste en el grado de adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento de la carretera. Dichas expectativas pueden ser en función de la experiencia y el aprendizaje del usuario o en base a la trayectoria que está recorriendo.

Un diseño consistente busca conseguir que los conductores se encuentren a lo largo de la carretera con aquello que esperan a partir de esas expectativas, a través de elementos geométricos consecutivos y coordinados entre sí que producen una conducción cómoda eliminando el factor sorpresa y evitando maniobras forzadas, reduciendo la probabilidad de accidentes.

Como se ha podido observar en el Anejo nº2 de Trazado geométrico actual, la carretera CV-585 no cumple con los aspectos señalados propios de un diseño consistente. Por ello, es necesario garantizar la seguridad y la comodidad de los conductores mediante la modificación del trazado.

Para obtener los valores de consistencia local y global de la carretera, es necesario conocer otros aspectos como la velocidad de proyecto y la velocidad de operación, además del estado de alineaciones en planta.

La velocidad de proyecto  $V_p$  de la CV-585 es de 40 km/h. Este valor influye en la obtención de las velocidades de operación, siendo la referencia para la obtención de tramos de diseño homogéneo.

### 2.1 VELOCIDAD DE OPERACIÓN

La velocidad de operación es la velocidad a la cual circulan los usuarios en condiciones de flujo libre y condiciones meteorológicas favorables. Depende del trazado geométrico, las variaciones geográficas y las características personales del conductor. Se define como el percentil 85 de la velocidad a la que circulan los vehículos en flujo libre ( $V_{85}$ ).

Se puede obtener en a través de una medición directa in situ. Sin embargo, para el presente proyecto la velocidad de operación se estima en base a modelos de velocidad de operación. Esta tipología analiza durante años de toma de datos modelos de curvas en planta, rectas y aceleraciones y deceleraciones, y en función de la consecución de alineaciones de la carretera a estudiar obtiene una estimación de las velocidades en cada punto del trazado.

Para ello, se obtiene el estado de alineaciones de la solución definitiva mediante el software “Autodesk Civil 3D”, y se introduce en el software “Perfil V85” proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho, el cual estima las velocidades de operación, variables a lo largo de toda la carretera y diferentes para cada sentido de la circulación.

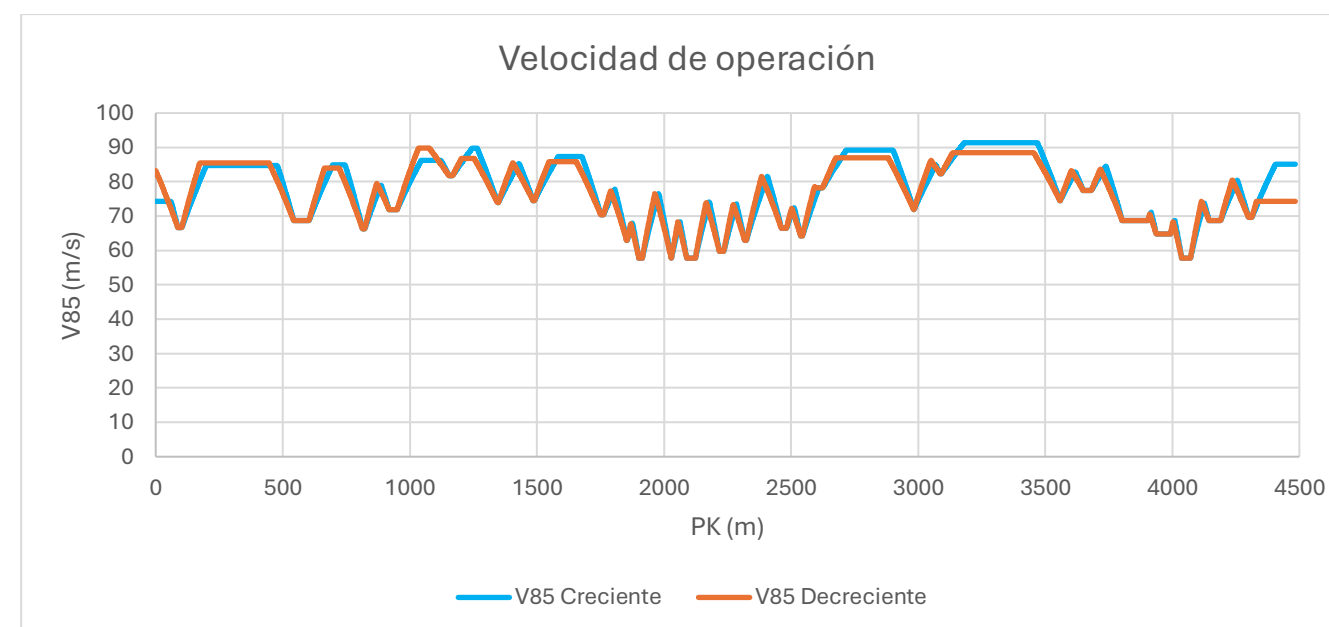


Figura 1. Perfil de velocidades de operación en sentido creciente y decreciente. Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se observa un decremento de la velocidad en los tramos donde existe una mayor consecución de alineaciones curvas.

## 2.2 TRAMIFICACIÓN

La tramificación en una carretera consiste en su división en tramos homogéneos según funcionalidad o geometría. Cada tramo tiene unas condiciones únicas, y se le asigna una velocidad de proyecto independiente.

Para la CV-585, se realizará la tramificación según geometría mediante el método alemán o CCR, es decir, aplicando el parámetro de Curvature Change Rate, que mide la sinuosidad de una carretera mediante la longitud del tramo y el ángulo de deflexión acumulado, y es expresada en gon/km. La longitud mínima para la división de los tramos homogéneos será de 2 km.

$$CCR = \frac{\sum |y_i|}{L}$$

En primer lugar, es necesario realizar un gráfico del ángulo de deflexión acumulado a través del cual determinar cuantos tramos homogéneos presenta la carretera.

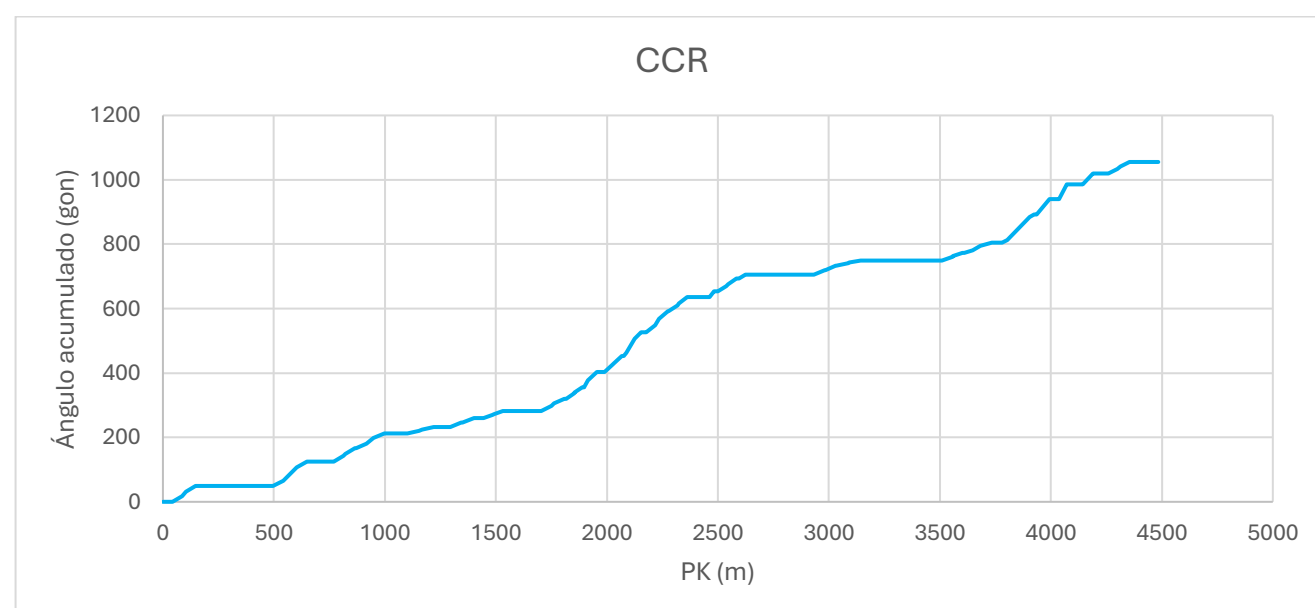


Figura 2. Ángulo de deflexión acumulado. Fuente: Elaboración propia

Observando la figura X, se determina que la carretera no puede ser dividida en dos tramos, ya que el ángulo de deflexión acumulado incrementa de manera estable. La mayor variabilidad se encuentra en el tramo donde se incorporan 3 alineaciones rectas con sus respectivas alineaciones curvas en sustitución al tramo más sinuoso de la carretera existente. Sin embargo, no cuenta con la longitud suficiente para ser considerado un tramo independiente dentro de los parámetros de la tramificación.

Sustituyendo en la expresión anterior, se obtiene el siguiente valor de CCR para el acondicionamiento de la carretera CV-585:

$$CCR = \frac{1055,49}{4,484} = 235,39 \text{ gon/km}$$

## 2.3 CONSISTENCIA LOCAL

La consistencia local analiza la diferencia de velocidad en elementos aislados, detectando problemas localizados de consistencia en una carretera. Para el presente proyecto se utilizará el Criterio II de Lamm et al. (1998), recogido en la Norma 3.1-IC de la Instrucción de Trazado. Este criterio mide la reducción de la velocidad de operación entre elementos consecutivos y clasifica la consistencia local según el valor obtenido.

Gracias a esta metodología se han detectado los problemas de consistencia en el trazado original, y se ha modificado el trazado en dichos tramos de forma que las nuevas alineaciones no supongan un problema para la seguridad y la comodidad de los conductores.

La consistencia local varía entre los mismos elementos según el sentido de circulación. Así, es posible que dos curvas circulares con recta intermedia limitada en el sentido creciente tengan un valor más favorable que la misma curva circular posterior a una recta de gran longitud en sentido decreciente. Por tanto, será necesario cambiar el trazado si en cualquier sentido la consistencia local es superior a 20 km/h.

Para garantizar los aspectos mencionados, el valor de la deceleración ha de estar incluido en los umbrales de consistencia “buena” y “aceptable”, mostrados en la tabla siguiente.



| Buena                                          | Aceptable                                                        | Pobre                                       |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| $V_{85\ i+1} - V_{85\ i} \leq 10 \text{ km/h}$ | $10 \text{ km/h} < V_{85\ i+1} - V_{85\ i} \leq 20 \text{ km/h}$ | $V_{85\ i+1} - V_{85\ i} > 20 \text{ km/h}$ |

Tabla 1. Criterio II de Lamm et al. (1998).

La Tabla 2 y Tabla 3 muestran los resultados de la consistencia local obtenida en los puntos más críticos del trazado, tanto para el sentido creciente como para el sentido decreciente.

| SENTIDO CRECIENTE |          |                          |                        |                                |                        |
|-------------------|----------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| PK inicial        | PK final | Velocidad inicial (km/h) | Velocidad final (km/h) | Decremento de velocidad (km/h) | Tipo de inconsistencia |
| 60                | 87       | 74,26                    | 66,65                  | 7,6                            | Buena                  |
| 478               | 543      | 84,71                    | 68,68                  | 16,03                          | Aceptable              |
| 745               | 814      | 84,9                     | 66,21                  | 18,69                          | Aceptable              |
| 887               | 918      | 79,02                    | 71,96                  | 7,07                           | Buena                  |
| 1122              | 1154     | 86,25                    | 81,77                  | 4,48                           | Buena                  |
| 1264              | 1345     | 89,7                     | 73,94                  | 15,76                          | Aceptable              |
| 1430              | 1485     | 85,38                    | 74,53                  | 10,85                          | Aceptable              |
| 1677              | 1751     | 87,29                    | 70,43                  | 16,86                          | Aceptable              |
| 1806              | 1853     | 77,88                    | 62,89                  | 14,99                          | Aceptable              |
| 1876              | 1901     | 68,02                    | 57,78                  | 10,25                          | Aceptable              |
| 1979              | 2028     | 76,58                    | 57,78                  | 18,8                           | Aceptable              |
| 2063              | 2089     | 68,4                     | 57,78                  | 10,62                          | Aceptable              |
| 2178              | 2218     | 74,05                    | 59,68                  | 14,37                          | Aceptable              |
| 2285              | 2317     | 73,48                    | 62,89                  | 10,58                          | Aceptable              |
| 2407              | 2462     | 81,59                    | 66,45                  | 15,14                          | Aceptable              |
| 2512              | 2538     | 72,52                    | 64,26                  | 8,26                           | Buena                  |
| 2900              | 2982     | 89,28                    | 71,96                  | 17,32                          | Aceptable              |
| 3069              | 3087     | 84,84                    | 82,33                  | 2,51                           | Buena                  |
| 3469              | 3558     | 91,36                    | 74,53                  | 16,83                          | Aceptable              |
| 3619              | 3649     | 82,83                    | 77,54                  | 5,29                           | Buena                  |
| 3739              | 3803     | 84,6                     | 68,68                  | 15,92                          | Aceptable              |
| 3917              | 3937     | 71,08                    | 64,78                  | 6,3                            | Buena                  |
| 4010              | 4037     | 68,78                    | 57,78                  | 11                             | Aceptable              |
| 4125              | 4145     | 73,79                    | 68,68                  | 5,11                           | Buena                  |
| 4256              | 4300     | 80,45                    | 69,58                  | 10,86                          | Aceptable              |

Tabla 2. Consistencia local sentido creciente. Fuente: Elaboración propia

| SENTIDO DECRECIENTE |          |                          |                        |                                |                        |
|---------------------|----------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| PK inicial          | PK final | Velocidad inicial (km/h) | Velocidad final (km/h) | Decremento de velocidad (km/h) | Tipo de inconsistencia |
| 4332                | 4313     | 74,38                    | 69,58                  | 4,79                           | Buena                  |
| 4236                | 4190     | 80,45                    | 68,68                  | 11,77                          | Aceptable              |
| 4115                | 4072     | 74,26                    | 57,78                  | 16,48                          | Aceptable              |
| 4003                | 3992     | 68,31                    | 64,78                  | 3,54                           | Buena                  |
| 3911                | 3904     | 70,6                     | 68,68                  | 1,92                           | Buena                  |
| 3717                | 3682     | 83,68                    | 77,54                  | 6,14                           | Buena                  |
| 3603                | 3559     | 83,28                    | 74,53                  | 8,75                           | Buena                  |
| 3137                | 3091     | 88,53                    | 82,33                  | 6,21                           | Buena                  |
| 3050                | 2984     | 86,15                    | 71,96                  | 14,19                          | Aceptable              |
| 2677                | 2624     | 87                       | 78,24                  | 8,76                           | Buena                  |
| 2593                | 2545     | 78,61                    | 64,26                  | 14,35                          | Aceptable              |
| 2502                | 2482     | 72,33                    | 66,45                  | 5,88                           | Buena                  |
| 2384                | 2324     | 81,56                    | 62,89                  | 18,67                          | Aceptable              |
| 2273                | 2235     | 73,4                     | 59,68                  | 13,72                          | Aceptable              |
| 2166                | 2124     | 73,99                    | 57,78                  | 16,21                          | Aceptable              |
| 2055                | 2029     | 68,4                     | 57,78                  | 10,62                          | Aceptable              |
| 1964                | 1915     | 76,58                    | 57,78                  | 18,8                           | Aceptable              |
| 1869                | 1855     | 67,73                    | 62,89                  | 4,83                           | Buena                  |
| 1791                | 1762     | 77,29                    | 70,43                  | 6,86                           | Buena                  |
| 1548                | 1490     | 85,8                     | 74,53                  | 11,27                          | Aceptable              |
| 1405                | 1348     | 85,45                    | 73,94                  | 11,52                          | Aceptable              |
| 1205                | 1168     | 86,86                    | 81,77                  | 5,09                           | Buena                  |
| 1035                | 950      | 89,81                    | 71,96                  | 17,85                          | Aceptable              |
| 870                 | 822      | 79,53                    | 66,21                  | 13,32                          | Aceptable              |
| 665                 | 603      | 84                       | 68,68                  | 15,32                          | Aceptable              |
| 174                 | 103      | 85,45                    | 66,65                  | 18,8                           | Aceptable              |

Tabla 3. Consistencia local sentido decreciente. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la consistencia local ha mejorado a lo largo de todo el trazado, comenzando con la desaparición de aquellos tramos dónde estaba clasificada como “pobre”. Estos cambios se deben a las modificaciones en el trazado en planta mediante radios de giro de mayor amplitud y la eliminación de alineaciones curvas.

## 2.4 CONSISTENCIA GLOBAL

Para la estimación de la consistencia global se recurre a la utilización del Modelo de consistencia de Camacho-Torregrosa (2015) y compuesto por dos variables: la velocidad de operación media y la tasa de deceleración media.

Este parámetro está relacionado con la siniestralidad de la carretera, y la fórmula que lo define es la mostrada a continuación, medida en  $s^{1/3}$ .

$$C = \sqrt[3]{\frac{V_{85}}{d_{85}}}$$

Su clasificación se realiza en base a los umbrales definidos y observados en la siguiente tabla.

| Buena                 | Aceptable                            | Pobre              |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------|
| $C \geq 3,25 s^{1/3}$ | $2,55 s^{1/3} \leq C < 3,25 s^{1/3}$ | $C < 2,55 s^{1/3}$ |

Tabla 4. Modelo de consistencia global de Camacho-Torregrosa (2015).

El parámetro obtenido del tramo de estudio es  $2,43 s^{1/3}$ , con una consistencia global calificada como “pobre”.

### 3. SEGURIDAD VIAL

El parámetro de consistencia permite estimar el número esperado de accidentes con víctimas en 10 años a través de una Safety Performance Function junto con la exposición al riesgo, consistente en el volumen de tráfico (IMD) y la longitud del tramo de carretera (L).

En este caso, la CV-585 tan sólo es dividida en un tramo homogéneo, por lo cual la longitud que se tendrá en cuenta será la longitud total de la carretera, es decir, 4483 metros.

$$y_{i,10} = e^{-5,5819} * L^{0,9265} * IMD^{0,9934} * e^{-0,52155 * C}$$

donde,

- $y_{i,10}$ : Accidentes con víctimas estimados en 10 años.
- IMD: Intensidad media diaria
- L: Longitud del segmento de carretera

- C: Consistencia global del tramo

Sustituyendo,

$$y_{i,10} = e^{-5,5819} * 4,483^{0,9265} * 3142^{0,9934} * e^{-0,52155 * 2,43} = 12,66$$

Así, obtenemos una estimación de 12,66 accidentes con víctimas estimados en los próximos 10 años. Este valor reduce en 1 accidente el número de accidentes estimado en el trazado existente, mejorando la condición de la carretera a pesar de ser clasificada como “pobre”.

Para mejorar la consistencia global de la carretera se dispondrá de la señalización pertinente en las zonas más conflictivas para así garantizar la mayor seguridad y comodidad para los usuarios.





## ANEJO N°6: DISEÑO GEOMÉTRICO

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026



## ÍNDICE

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                      | <b>1</b>  |
| <b>2. MEJORAS EN EL TRAZADO .....</b>             | <b>1</b>  |
| <b>3. ESTADO DE ALINEACIONES Y RASANTES .....</b> | <b>5</b>  |
| 3.1 ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA .....        | 5         |
| 3.2 ESTADO DE RASANTES .....                      | 8         |
| <b>4. COORDINACIÓN PLANTA-ALZADO .....</b>        | <b>9</b>  |
| <b>5. VISIBILIDAD.....</b>                        | <b>9</b>  |
| <b>6. SECCIÓN TRANSVERSAL.....</b>                | <b>13</b> |
| <b>7. BOMBEO Y PERALTE .....</b>                  | <b>13</b> |
| <b>8. MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>             | <b>13</b> |
| <b>9. MOVILIDAD DE ACCESOS.....</b>               | <b>14</b> |



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se describen las características geométricas de la carretera CV-585 tras la mejora de su trazado, elegida entre las alternativas en el Anejo nº9 de Estudio de alternativas y en función de la Norma 3.1-IC de Instrucción de Carreteras.

## 2. MEJORAS EN EL TRAZADO

La carretera objeto de estudio presenta un trazado muy sinuoso, con consecuciones de curvas que no cumplen con la normativa. Muchas de ellas presentan radios inferiores al mínimo requerido, e incluso se pueden observar alineaciones curvas sin transiciones con las rectas que les suceden.

A continuación, se van a detallar aquellos cambios realizados para la mejora del trazado, tanto en aumentos de los radios de curvatura que permiten cumplir con la normativa realizando pequeños ajustes como en nuevos recorridos que omiten elementos originales en su totalidad, entre otros.

- **Tramo 1:** el inicio del nuevo recorrido mantiene el trazado original. El primer cambio se origina en la curva circular, la cual amplía su radio de curvatura a 80 metros para garantizar una buena coordinación con las rectas que une y aumentar al máximo la velocidad de operación sin que suponga un riesgo para la seguridad vial.



Figura 1. Tramo 1 del nuevo trazado entre los P.K. 0+000 y 0+340. Fuente: Elaboración propia

- **Tramo 2:** finalizando la curva del primer tramo, se une con una curva circular que simula el objetivo de la curva previa: aumentar el radio (90 metros) y la velocidad de operación, además de crear un diseño consistente. Las siguientes dos curvas en S también aumentan su radio de curvatura intentando generar el menor volumen de movimiento de tierras.





Figura 2. Tramo 2 del nuevo trazado entre los P.K. 0+340 y 1+000. Fuente: Elaboración propia

- **Tramo 3:** Este tramo no presenta cambios, pues se trata de tres alineaciones rectas unidas entre sí por dos curvas de gran amplitud de radio: 220 y 125 metros, en orden ascendente de P.K. Mantiene el trazado original evitando además ejecutar el nuevo paquete de firmes y reduciendo el impacto económico.

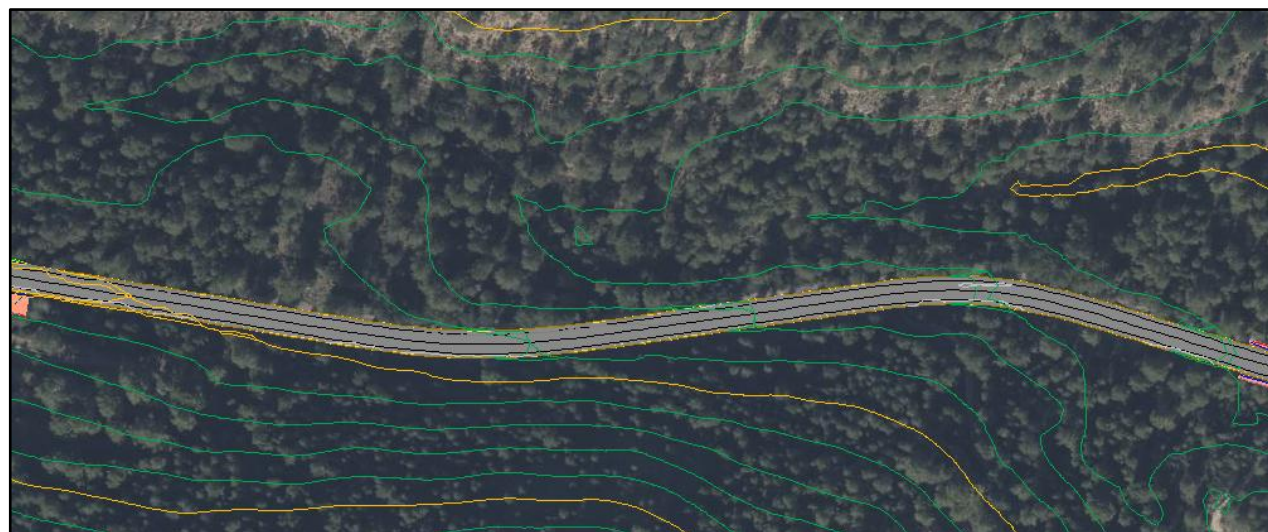


Figura 3. Tramo 3 del nuevo trazado entre los P.K. 1+000 y 1+440. Fuente: Elaboración propia

- **Tramo 4:** el trazado en esta zona del recorrido se abre paso entre la montaña para formar una alineación recta que unifica tres alineaciones en una sola. Comenzando con las dos primeras curvas circulares, se generan dos radios de curvatura de amplitud acorde con la normativa, de 130 y 100 metros, respectivamente.

La tercera curva reflejada en la “Figura 4” presenta varios cambios. Con un radio de 65 metros y curvas de transición simétricas, varía su geometría con respecto a la existente, y la anchura del arcén aumenta 3 metros con respecto al resto del trazado para aumentar la distancia de visibilidad en ambos sentidos de la trayectoria.

Este tramo da comienzo a la parte más sinuosa de la carretera CV-585, y debido a la falta de espacio entre las alineaciones, la última curva circular presenta la amplitud del radio mínimo recomendado por normativa (50 metros) y clotoides asimétricas.

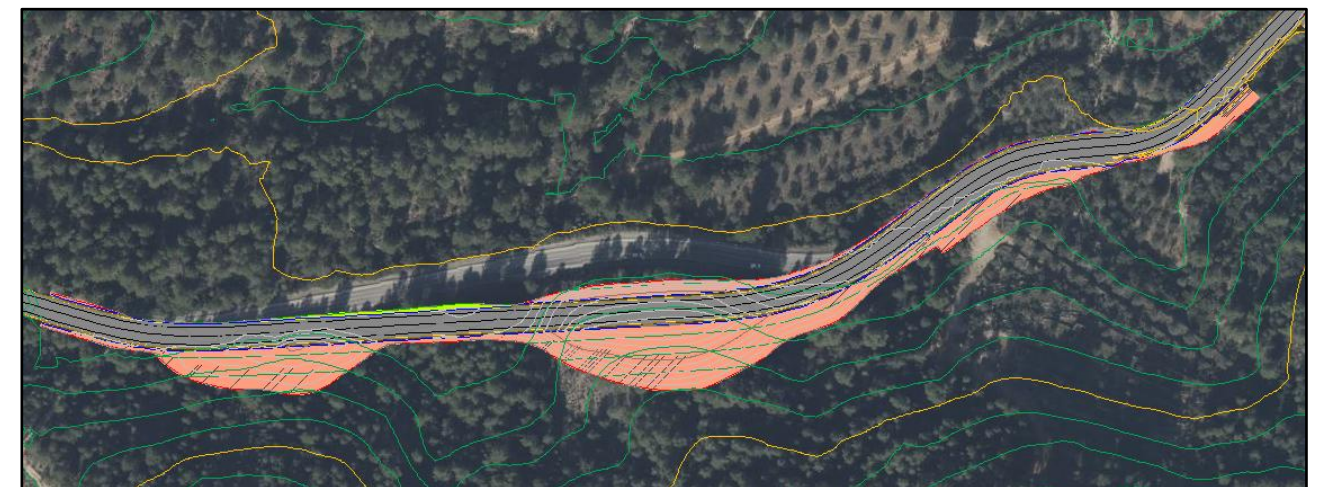


Figura 4. Tramo 4 del nuevo trazado entre los P.K. 1+440 y 1+980. Fuente: Elaboración propia

- **Tramo 5:** se ajustan los radios de curvatura tratando de provocar los mínimos cambios posibles para evitar sobrecostos por movimiento de tierras, además de para generar un diseño consistente y una buena coordinación entre las alineaciones. La primera y tercera curva circular reflejadas en la “Figura 5” también aumentan el ancho del arcén para disponer de mayor visibilidad. El tramo finaliza con una recta que no modifica su trazado con respecto al original.





Figura 5. Tramo 5 del nuevo trazado entre los P.K. 1+980 y 2+440. Fuente: Elaboración propia

- **Tramo 6:** este tramo inicia el recorrido de la carretera con una velocidad de operación más elevada. Esta condición ha provocado la ampliación de los radios de curvatura de las últimas dos alineaciones curvas para evitar grandes descensos en la velocidad de operación, factor que perjudica a la consistencia local en dichos puntos de la carretera CV-585. Las alineaciones rectas mantienen el trazado original.

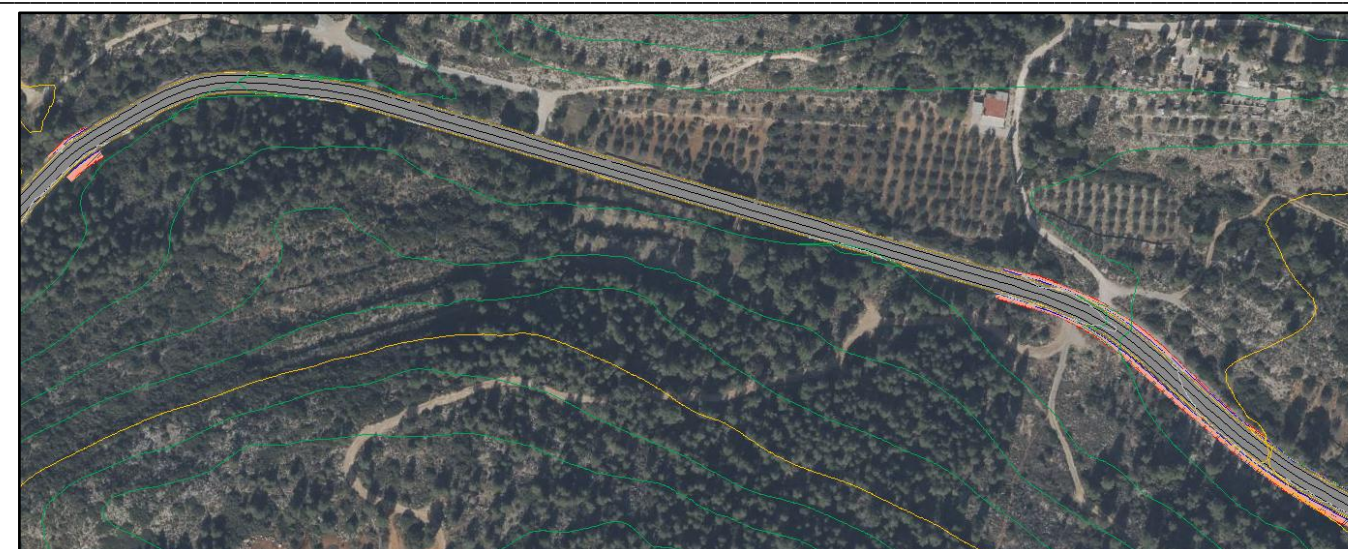


Figura 6. Tramo 6 del nuevo trazado entre los P.K. 2+440 y 3+140. Fuente: Elaboración propia

- **Tramo 7:** este tramo consta de una alineación recta de 364 metros de longitud. Es la recta más larga de todo el trazado, y no modificada el paquete de firmes, manteniendo la estructura original de la carretera tanto en planta como en alzado.



Figura 7. Tramo 7 del nuevo trazado entre los P.K. 3+140 y 3+500. Fuente: Elaboración propia



- **Tramo 8:** este es el segundo tramo del acondicionamiento que se abre paso entre la montaña para modificar la geometría de la carretera, reduciendo tres alineaciones en tan solo una. Así, se garantiza la consistencia necesaria en esta parte del recorrido, a pesar de generar un gran volumen de desmontes. También se han modificado las curvas circulares incluyendo curvas de transición, además del aumento de los radios de curvatura, los cuáles son de 130, 160 y 90 metros de amplitud en orden ascendente de P.K.

Estos cambios también suponen un aumento de la velocidad de operación en la carretera, siempre en unos umbrales que pueden garantizar la seguridad vial en la carretera.



Figura 8. Tramo 8 del nuevo trazado entre los P.K. 3+500 y 3+940. Fuente: Elaboración propia

- **Tramo 9:** la primera curva circular pretende encauzar el recorrido hacia el trazado original siendo un tramo ligeramente modificado, pero donde además se

encuentra el mayor volumen de tierras destinadas a terraplén. Dicha curva contiene curvas de transición asimétricas debido a la falta de espacio con respecto a la alineación curva anterior.



Figura 9. Tramo 9 del nuevo trazado entre los P.K. 3+940 y 4+160. Fuente: Elaboración propia

- **Tramo 10:** el último tramo del recorrido tan solo presenta el cambio en el nuevo trazado para aumentar la distancia de visibilidad, así como la distancia de parada necesaria para poder detener el vehículo frente a un suceso inesperado en la trayectoria del conductor.



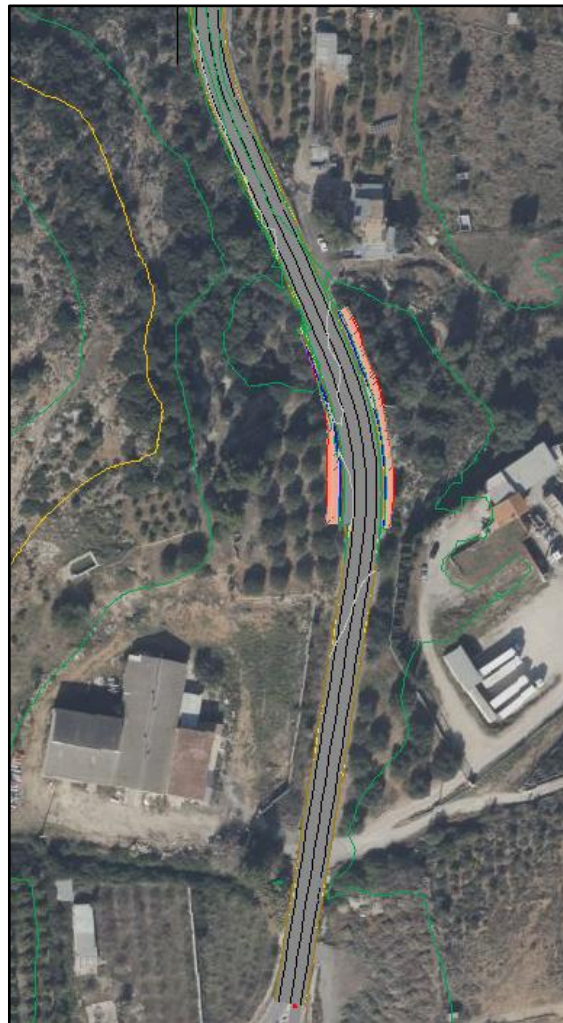


Figura 10. Tramo 10 del nuevo trazado entre los P.K. 4+160 y 4+483. Fuente: Elaboración propia

### 3. ESTADO DE ALINEACIONES Y RASANTES

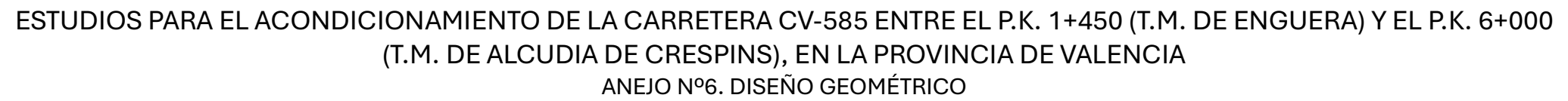
A continuación, se muestra el estado de alineaciones en planta y el estado de rasantes del nuevo trazado de la carretera CV-585. En ellos podemos observar cambios en su geometría con respecto a la carretera original, destacando mejoras en los radios de curvatura, a pesar de no cumplir con algunas recomendaciones o requisitos establecidas en la normativa.

Los apartados detallados de la Norma 3.1-IC de la Instrucción de Carreteras para la comprobación de su cumplimiento para el trazado en planta y en alzado están detallados en el Anejo nº2 de Trazado geométrico actual.

### 3.1 ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA

Con una velocidad de proyecto  $V_p$  de 40 km/h el radio mínimo es de 50 metros, y la longitud de las rectas depende de su condición de limitada o no limitada.

| Elemento | P.K. inicial      | P.K. final | Longitud  | Radio    | A         | CUMPLIMIENTO NORMATIVA |                     |                 |               |          |
|----------|-------------------|------------|-----------|----------|-----------|------------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|
|          |                   |            |           |          |           | Radio mínimo           | Radios consecutivos | Longitud mínima | Parámetro (A) | CL-CC-CL |
| 1        | Recta-No Limitada | 0+000.00m  | 0+041.56m | 41.562m  | -         | -                      | -                   | NO CUMPLE       |               |          |
| 2        | Clotoide          | 0+041.56m  | 0+086.56m | 45.000m  |           | 60.000m                |                     | CUMPLE          | CUMPLE        |          |
| 3        | Curva circular    | 0+086.56m  | 0+102.83m | 16.264m  | 80.000m   |                        | CUMPLE              | NO CUMPLE       |               | CUMPLE   |
| 4        | Clotoide          | 0+102.83m  | 0+147.83m | 45.000m  |           | 60.000m                |                     | CUMPLE          | CUMPLE        |          |
| 5        | Recta-No Limitada | 0+147.83m  | 0+495.76m | 347.934m | -         | -                      |                     | CUMPLE          |               |          |
| 6        | Clotoide          | 0+495.76m  | 0+542.70m | 46.944m  |           | 65.000m                |                     | CUMPLE          | CUMPLE        |          |
| 7        | Curva circular    | 0+542.70m  | 0+602.84m | 60.137m  | 90.000m   |                        | CUMPLE              | NO CUMPLE       |               | CUMPLE   |
| 8        | Clotoide          | 0+602.84m  | 0+649.79m | 46.944m  |           | 65.000m                |                     | CUMPLE          | CUMPLE        |          |
| 9        | Recta-No Limitada | 0+649.79m  | 0+770.17m | 120.380m | -         | -                      |                     | CUMPLE          |               |          |
| 10       | Clotoide          | 0+770.17m  | 0+814.49m | 44.326m  |           | 58.800m                |                     | CUMPLE          | CUMPLE        |          |
| 11       | Curva circular    | 0+814.49m  | 0+821.81m | 7.317m   | 78.000m   |                        | CUMPLE              | NO CUMPLE       |               | CUMPLE   |
| 12       | Clotoide          | 0+821.81m  | 0+866.13m | 44.326m  |           | 58.800m                |                     | CUMPLE          | CUMPLE        |          |
| 13       | Recta-Limitada    | 0+866.13m  | 0+870.15m | 4.016m   | -         | -                      |                     | NO CUMPLE       |               |          |
| 14       | Clotoide          | 0+870.15m  | 0+918.07m | 47.916m  |           | 72.600m                |                     | CUMPLE          | CUMPLE        |          |
| 15       | Curva circular    | 0+918.07m  | 0+949.71m | 31.642m  | 110.000 m |                        | CUMPLE              | CUMPLE          |               | CUMPLE   |







ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPIÑS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA  
ANEJO Nº6. DISEÑO GEOMÉTRICO



|    |                   |           |           |          |           |           |        |           |           |           |           |           |
|----|-------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 54 | Clotoide          | 2+278.88m | 2+317.34m | 38.462m  |           | 50.000m   |        |           | NO CUMPLE | NO CUMPLE |           |           |
| 55 | Curva circular    | 2+317.34m | 2+324.10m | 6.761m   | 65.000m   |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           | CUMPLE    |           |
| 56 | Clotoide          | 2+324.10m | 2+362.56m | 38.462m  |           | 50.000m   |        |           | NO CUMPLE | NO CUMPLE |           |           |
| 57 | Recta-No Limitada | 2+362.56m | 2+461.55m | 98.984m  | -         | -         |        |           | CUMPLE    |           |           |           |
| 58 | Curva circular    | 2+461.55m | 2+483.09m | 21.544m  | 79.075m   |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           | NO CUMPLE |           |
| 59 | Recta-Limitada    | 2+483.09m | 2+499.64m | 16.551m  | -         | -         |        |           | NO CUMPLE |           |           |           |
| 60 | Clotoide          | 2+499.64m | 2+537.86m | 38.214m  |           | 51.720m   |        |           | NO CUMPLE | NO CUMPLE |           |           |
| 61 | Curva circular    | 2+537.86m | 2+544.56m | 6.707m   | 70.000m   |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           | CUMPLE    |           |
| 62 | Clotoide          | 2+544.56m | 2+582.78m | 38.214m  |           | 51.720m   |        |           | NO CUMPLE | NO CUMPLE |           |           |
| 63 | Recta-Limitada    | 2+582.78m | 2+595.81m | 13.036m  | -         | -         |        |           | NO CUMPLE |           |           |           |
| 64 | Curva circular    | 2+595.81m | 2+625.19m | 29.373m  | 168.296 m |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           | NO CUMPLE |           |
| 65 | Recta-No Limitada | 2+625.19m | 2+933.82m | 308.634m | -         | -         |        |           | CUMPLE    |           |           |           |
| 66 | Clotoide          | 2+933.82m | 2+981.74m | 47.916m  |           | 72.600m   |        |           | CUMPLE    | CUMPLE    |           |           |
| 67 | Curva circular    | 2+981.74m | 2+983.74m | 2.008m   | 110.000 m |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           | CUMPLE    |           |
| 68 | Clotoide          | 2+983.74m | 3+031.66m | 47.916m  |           | 72.600m   |        |           | CUMPLE    | CUMPLE    |           |           |
| 69 | Recta-Limitada    | 3+031.66m | 3+033.49m | 1.828m   | -         | -         |        |           | NO CUMPLE |           |           |           |
| 70 | Clotoide          | 3+033.49m | 3+087.06m | 53.570m  |           | 111.000 m |        |           | CUMPLE    | CUMPLE    |           |           |
| 71 | Curva circular    | 3+087.06m | 3+090.89m | 3.836m   | 230.000 m |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           | CUMPLE    |           |
| 72 | Clotoide          | 3+090.89m | 3+144.46m | 53.570m  |           | 111.000 m |        |           | CUMPLE    | CUMPLE    |           |           |
| 73 | Recta-No Limitada | 3+144.46m | 3+508.43m | 363.967m | -         | -         |        |           |           |           | CUMPLE    |           |
| 74 | Clotoide          | 3+508.43m | 3+557.91m | 49.477m  |           | 80.200m   |        |           |           |           | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 75 | Curva circular    | 3+557.91m | 3+558.95m | 1.044m   | 130.000 m |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           |           | CUMPLE    |
| 76 | Clotoide          | 3+558.95m | 3+602.22m | 43.269m  |           | 75.000m   |        |           |           |           | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 77 | Recta-Limitada    | 3+602.22m | 3+608.66m | 6.440m   | -         | -         |        |           |           |           | NO CUMPLE |           |
| 78 | Clotoide          | 3+608.66m | 3+648.66m | 40.000m  |           | 80.000m   |        |           |           |           | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 79 | Curva circular    | 3+648.66m | 3+681.78m | 33.125m  | 160.000 m |           | CUMPLE | CUMPLE    |           |           |           | CUMPLE    |
| 80 | Clotoide          | 3+681.78m | 3+734.06m | 52.272m  |           | 91.452m   |        |           |           |           | CUMPLE    | CUMPLE    |
| 81 | Recta-No Limitada | 3+734.06m | 3+780.86m | 46.802m  | -         | -         |        |           |           |           | NO CUMPLE |           |
| 82 | Clotoide          | 3+780.86m | 3+802.66m | 21.805m  |           | 44.300m   |        |           |           |           | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 83 | Curva circular    | 3+802.66m | 3+904.28m | 101.620m | 90.000m   |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           |           | CUMPLE    |
| 84 | Clotoide          | 3+904.28m | 3+926.09m | 21.805m  |           | 44.300m   |        |           |           |           | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 85 | Recta-Limitada    | 3+926.09m | 3+937.17m | 11.084m  | -         | -         |        |           |           |           | NO CUMPLE |           |
| 86 | Curva circular    | 3+937.17m | 3+993.38m | 56.208m  | 72.000m   |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           |           | NO CUMPLE |
| 87 | Recta-No Limitada | 3+993.38m | 4+037.12m | 43.733m  | -         | -         |        |           |           |           | NO CUMPLE |           |
| 88 | Curva circular    | 4+037.12m | 4+073.32m | 36.202m  | 50.000m   |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           |           | NO CUMPLE |
| 89 | Recta-No Limitada | 4+073.32m | 4+144.85m | 71.530m  | -         | -         |        |           |           |           | CUMPLE    |           |
| 90 | Curva circular    | 4+144.85m | 4+191.19m | 46.340m  | 90.000m   |           | CUMPLE | NO CUMPLE |           |           |           | NO CUMPLE |
| 91 | Recta-No Limitada | 4+191.19m | 4+258.98m | 67.790m  | -         | -         |        |           |           |           | CUMPLE    |           |



ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPIÑS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA  
ANEJO Nº6. DISEÑO GEOMÉTRICO



|    |                       |           |           |          |         |         |        |           |           |        |
|----|-----------------------|-----------|-----------|----------|---------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| 92 | Clotoide              | 4+258.98m | 4+299.57m | 40.594m  |         | 62.100m |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |        |
| 93 | Curva circular        | 4+299.57m | 4+313.39m | 13.817m  | 95.000m |         | CUMPLE | NO CUMPLE |           | CUMPLE |
| 94 | Clotoide              | 4+313.39m | 4+353.98m | 40.594m  |         | 62.100m |        | NO CUMPLE | NO CUMPLE |        |
| 95 | Recta-<br>No Limitada | 4+353.98m | 4+483.78m | 129.794m | -       | -       |        | CUMPLE    |           |        |

Tabla 1. Estado de alineaciones en planta. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede comprobar en el estado de alineaciones, el diseño geométrico final no sigue algunas de las recomendaciones establecidas por la normativa. Se encuentran alineaciones curvas que no presentan curvas de transición o clotoides. Esto es debido a la falta de espacio para enlazar las curvas entre sí, situación similar a la existente.

Sin embargo, la amplitud de los radios de curvatura ha sido modificada para cumplir con la mínima de 50 metros en todas ellas, además de aumentar algunos radios de curvatura para garantizar un diseño consistente como se ha mencionado en el apartado 2 del presente anejo, y reducir la fatiga durante la conducción a través del tramo de estudio.

Todo ello implica que la carretera ha mejorado su diseño geométrico en planta con respecto al trazado existente.

### 3.2 ESTADO DE RASANTES

La inclinación de las rasantes no debe ser menor a 0,50%, con la excepción de hasta 0,2%, como ya ha sido mencionado previamente. Para las inclinaciones máxima, se permite un 7% de pendiente con excepciones de hasta el 10%. Los acuerdos también deben cumplir unos mínimos según la normativa, siendo de 250 metros para acuerdos convexos y 760 metros para acuerdos cóncavos, además de una longitud mínima de la curva de acuerdo vertical de 40 metros.

|   | Tipo    | P.K. de VAV | Elevación de VAV | T.E.  | T.S.  | Longitud | Kv        | CUMPLIMIENTO NORMATIVA |                |                |        |
|---|---------|-------------|------------------|-------|-------|----------|-----------|------------------------|----------------|----------------|--------|
|   |         |             |                  |       |       |          |           | Rasante máxima         | Rasante mínima | Percep. visual | Kv     |
| 1 |         | 0+000.00m   | 240.641m         |       | 5.12% |          |           | CUMPLE                 | CUMPLE         |                |        |
| 2 | Convexo | 0+342.82m   | 258.192m         | 5.12% | 3.59% | 78.073m  | 5099.373m | CUMPLE                 | CUMPLE         | CUMPLE         | CUMPLE |

|    |         |           |          |        |        |          |            |             |             |           |        |
|----|---------|-----------|----------|--------|--------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|--------|
| 3  | Convexo | 0+475.00m | 262.936m | 3.59%  | 2.04%  | 91.378m  | 5883.629m  | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 4  | Convexo | 0+555.58m | 264.577m | 2.04%  | -3.88% | 48.284m  | 816.680m   | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 5  | Cóncavo | 0+738.16m | 257.499m | -3.88% | 0.57%  | 33.805m  | 760.000m   | CUMPLE      | CUMPLE      | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 6  | Convexo | 0+842.55m | 258.095m | 0.57%  | -6.12% | 50.075m  | 748.049m   | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 7  | Cóncavo | 0+965.54m | 250.566m | -6.12% | -0.82% | 103.653m | 1955.226m  | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 8  | Convexo | 1+069.42m | 249.713m | -0.82% | -4.23% | 40.048m  | 1174.009m  | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 9  | Convexo | 1+184.85m | 244.827m | -4.23% | -6.19% | 16.542m  | 846.357m   | CUMPLE      | CUMPLE      | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 10 | Cóncavo | 1+415.11m | 230.581m | -6.19% | -2.54% | 27.732m  | 760.000m   | CUMPLE      | CUMPLE      | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 11 | Cóncavo | 1+466.33m | 229.281m | -2.54% | -1.07% | 44.214m  | 3002.235m  | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 12 | Cóncavo | 1+613.48m | 227.714m | -1.07% | 0.25%  | 187.052m | 14233.688m | CUMPLE      | EXCEPCIONAL | CUMPLE    | CUMPLE |
| 13 | Convexo | 1+851.77m | 228.307m | 0.25%  | -4.71% | 12.390m  | 250.000m   | CUMPLE      | EXCEPCIONAL | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 14 | Cóncavo | 1+924.29m | 224.894m | -4.71% | -0.68% | 67.578m  | 1679.367m  | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 15 | Convexo | 1+994.75m | 224.412m | -0.68% | -4.29% | 49.223m  | 1364.229m  | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 16 | Cóncavo | 2+086.13m | 220.491m | -4.29% | 1.34%  | 42.802m  | 760.000m   | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 17 | Convexo | 2+186.16m | 221.832m | 1.34%  | -0.41% | 48.710m  | 2776.265m  | CUMPLE      | EXCEPCIONAL | CUMPLE    | CUMPLE |
| 18 | Cóncavo | 2+320.76m | 221.275m | -0.41% | 3.94%  | 42.394m  | 972.975m   | CUMPLE      | EXCEPCIONAL | CUMPLE    | CUMPLE |
| 19 | Convexo | 2+531.80m | 229.597m | 3.94%  | 1.52%  | 20.116m  | 830.975m   | CUMPLE      | CUMPLE      | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 20 | Convexo | 2+886.71m | 235.002m | 1.52%  | -4.95% | 54.778m  | 846.314m   | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 21 | Cóncavo | 3+099.71m | 224.458m | -4.95% | -3.39% | 28.422m  | 1826.079m  | CUMPLE      | CUMPLE      | NO CUMPLE | CUMPLE |
| 22 | Convexo | 3+445.92m | 212.710m | -3.39% | -7.95% | 111.626m | 2451.639m  | EXCEPCIONAL | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 23 | Cóncavo | 4+008.60m | 167.996m | -7.95% | -2.20% | 59.987m  | 1044.683m  | EXCEPCIONAL | CUMPLE      | CUMPLE    | CUMPLE |
| 24 | Cóncavo | 4+149.14m | 164.897m | -2.20% | 0.37%  | 87.083m  | 3381.751m  | CUMPLE      | EXCEPCIONAL | CUMPLE    | CUMPLE |
| 25 |         | 4+550.00m | 166.383m | 0.37%  |        |          |            | CUMPLE      | EXCEPCIONAL |           |        |

Tabla 2. Estado de rasantes. Fuente: Elaboración propia.



Los cambios con respecto al trazado geométrico actual son visibles en el cumplimiento con la inclinación mínima de la rasante y en el apartado de percepción visual. En el nuevo diseño no hay rasantes con una inclinación inferior a la mínima excepcional de 0,2%, cumpliendo con las inclinaciones en todo el recorrido. Todas las modificaciones en la rasante se han realizado sobre los tramos de nueva ejecución para reducir el impacto económico en la obra.

Además, a pesar de no cumplirse en cada una de las curvas de acuerdo vertical la longitud mínima en el ámbito de la percepción visual, se ha reducido el número de acuerdos verticales que no cumplen dicha condición gracias a la eliminación de 1 acuerdo de la rasante de la carretera.

#### 4. COORDINACIÓN PLANTA-ALZADO

Según el apartado 6 de la Norma 3.1-IC, además de cumplir con la normativa del trazado en planta y con la normativa del trazado en alzado, el trazado de la carretera deberá estar coordinado en ambas dimensiones, siempre que sea posible, de forma que el usuario circule de forma más cómoda y segura.

Se tendrá en cuenta la siguiente condición para carreteras con velocidad de proyecto inferior a 60 km/h:

$$K_v = \frac{100 * R}{p}$$

donde,

- $K_v$ : Parámetro de la curva de acuerdo vertical
- $R$  (m): Radio de la curva en planta
- $p$ : peralte de la curva circular

En caso de no cumplirse:

$$\frac{K_v}{R} \geq 6$$

Para la adecuada coordinación del trazado, también se debe tener en cuenta que los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la clotoide en planta y lo más alejados posible del punto de radio infinito.

La orografía de la zona de estudio impide que en muchas ocasiones esta condición se cumpla. De los 23 acuerdos verticales con los que cuenta el diseño definitivo, tan sólo 3 de ellos están situados dentro de una curva y con sus puntos de tangencia sobre sus clotoides. Por tanto, el análisis de la coordinación planta-alzado se realizará sobre los acuerdos mencionados.

En la siguiente tabla se puede observar las características de los acuerdos verticales y las curvas circulares asociadas junto al cumplimiento con la normativa.

| Coordinación del estado de alineaciones |           |         |                   |           |                       |                  |              |           |           |
|-----------------------------------------|-----------|---------|-------------------|-----------|-----------------------|------------------|--------------|-----------|-----------|
| Planta                                  |           |         | Alzado            |           | Normativa             |                  | Cumplimiento |           |           |
| PK Centro Curva                         | Radio     | Peralte | PK Centro Acuerdo | KV        | $(100 * R) / p = K_v$ | $K_v / R \geq 6$ |              |           |           |
| 1                                       | 1+854.06m | 65      | 7                 | 1+851.772 | 250                   | 928,5714286      | 3,846153846  | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| 2                                       | 2+320.72m | 65      | 7                 | 2+320.76  | 972,975               | 928,5714286      | 14,96884615  | NO CUMPLE | CUMPLE    |
| 3                                       | 3+088.98m | 230     | 7                 | 3+099.71  | 1826,08               | 3285,714286      | 7,939478261  | NO CUMPLE | CUMPLE    |

Tabla 3. Comprobación de la coordinación planta-alzado. Fuente: Elaboración propia

Se observa como ninguna cumple con la primera de las condiciones, habiendo que comprobar la segunda condición. Esta última la cumplen tan sólo 2 curvas de acuerdo vertical.

#### 5. VISIBILIDAD

La visibilidad de una carretera se analiza en función de la distancia de parada  $D_p$ , mediante la cual se conoce la distancia mínima que necesita el conductor para detener el vehículo ante un suceso inesperado en su trayectoria.

La distancia de parada depende de la velocidad de proyecto  $V_p$  según la Norma 3.1-IC. Sin embargo, lo correcto sería extraer la distancia de parada según la velocidad de operación en cada punto de la carretera, por lo que se ha ido más allá de la normativa, del

lado de la seguridad. Dicha velocidad ha sido obtenida a través del estado de alineaciones y del software “PerfilV85” proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho.

La distancia de parada se calcula según la fórmula y el coeficiente de rozamiento transversal  $f$  recogidos en el Anejo nº2 de Trazado geométrico actual.

A continuación, la “Figura 11” y “Figura 12” muestran el perfil de visibilidades a lo largo de la obra lineal del diseño final para el acondicionamiento de la carretera CV-585, para ambos sentidos de la circulación.

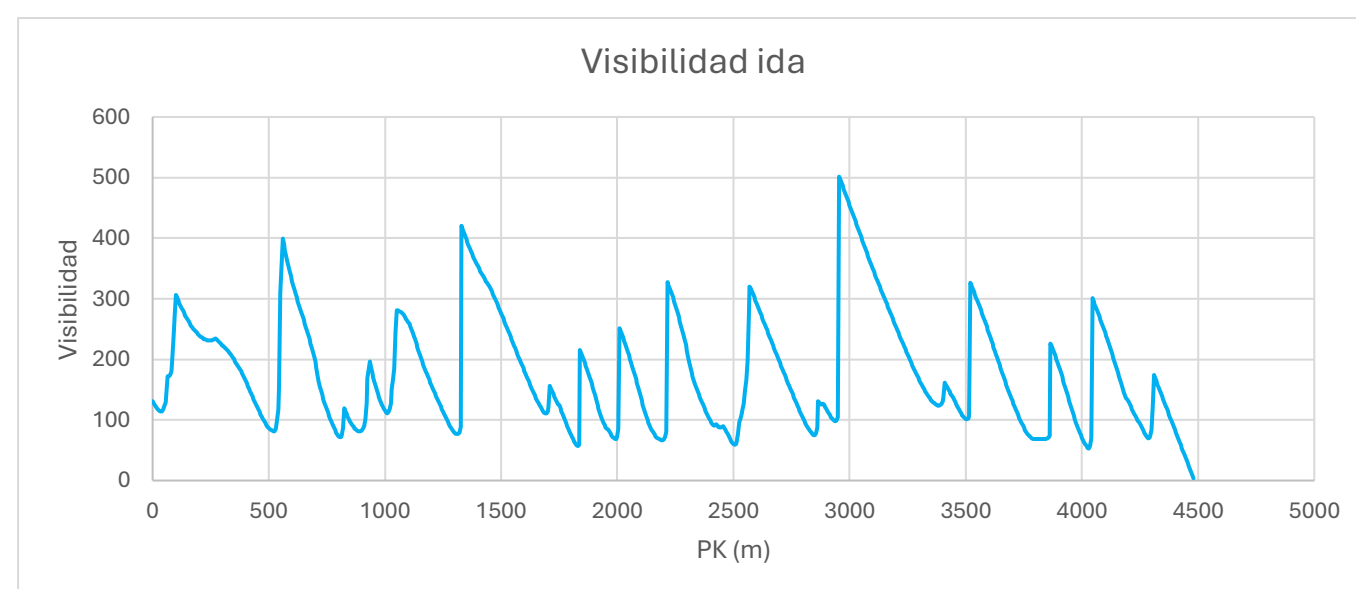


Figura 11. Visibilidad en el sentido creciente de PK. Fuente: Elaboración propia

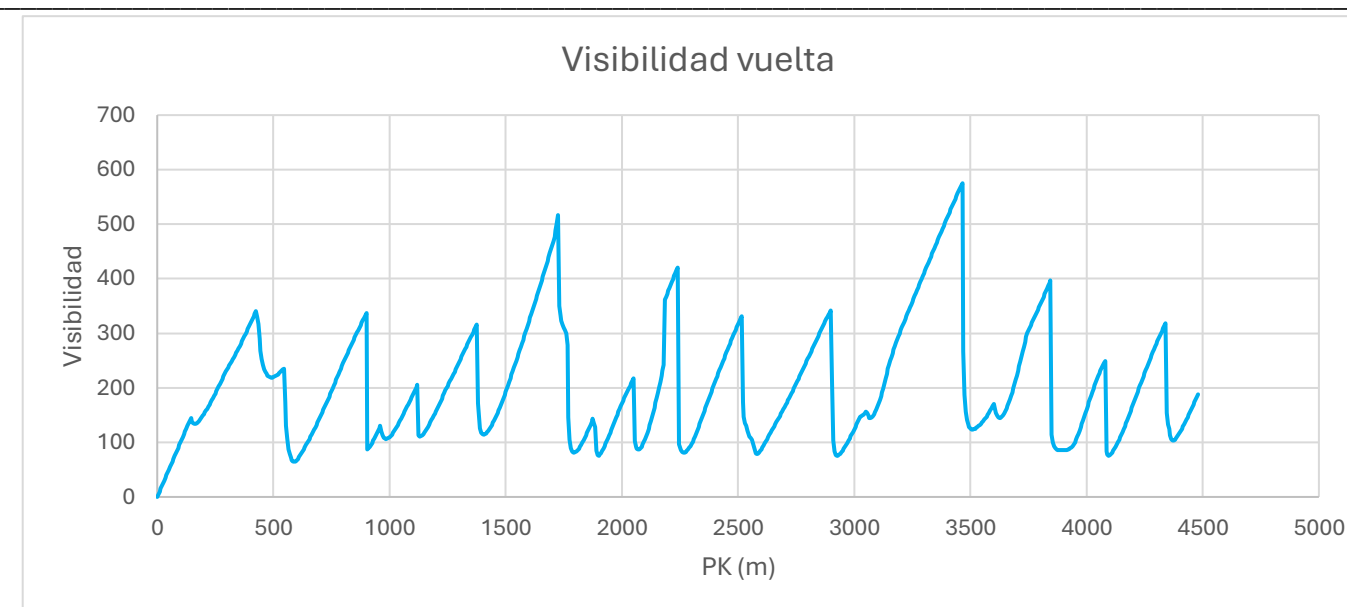


Figura 12. Visibilidad en el sentido decreciente de PK. Fuente: Elaboración propia

Una vez calculada la distancia de parada para cada punto de la carretera, se obtienen los gráficos representados en la “Figura 13” y la “Figura 14” donde se pueden observar los tramos con una visibilidad inferior a la distancia de parada.

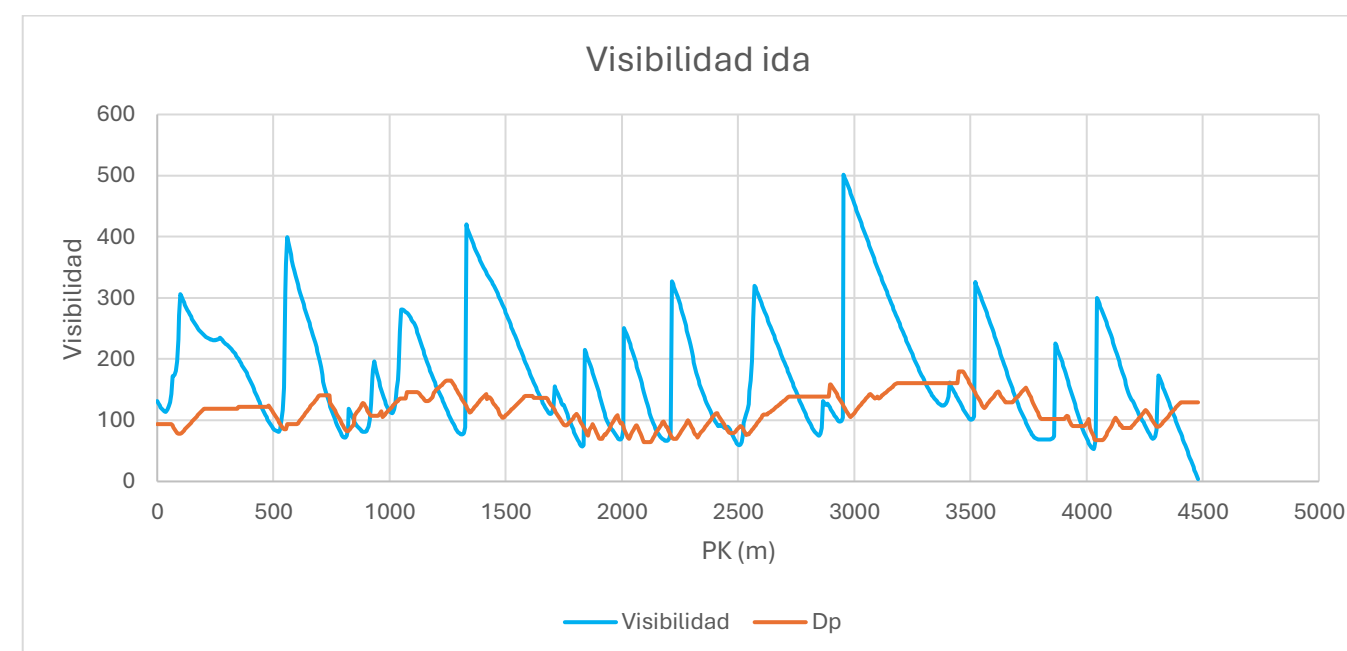


Figura 13. Visibilidad y distancia de parada en el sentido creciente de PK. Fuente: Elaboración propia



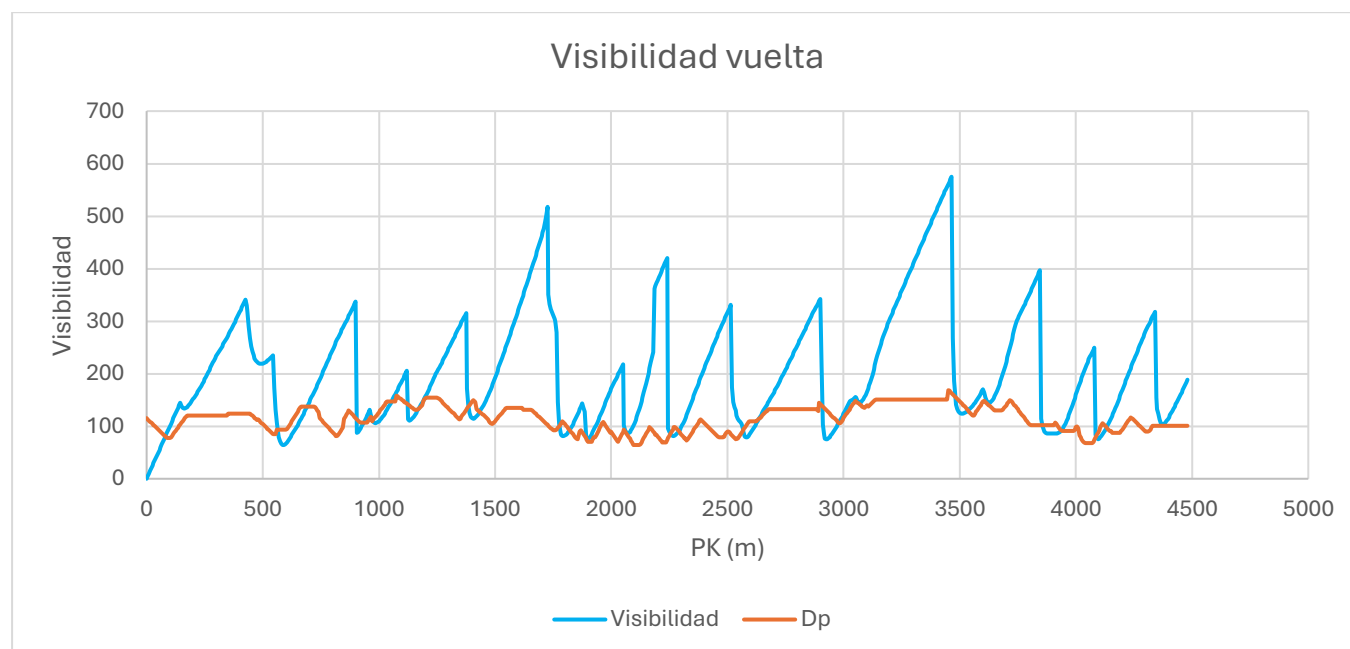


Figura 14. Visibilidad y distancia de parada en el sentido decreciente de PK. Fuente: Elaboración propia

Los resultados determinan que no es posible cumplir con la distancia de parada en todos los tramos de la carretera, de acuerdo con la velocidad de operación. Esto se debe principalmente a las características del entorno, situado junto a una montaña y con desmontes que impiden la visibilidad al acercarse a las alineaciones curvas.

Sin embargo, si la distancia de parada se calcula como lo especifica la normativa, es decir, con la velocidad de proyecto  $V_p$  de 40 km/h, los resultados cambian de manera muy significativa.

Los perfiles de visibilidad mostrados a continuación muestran cómo se cumple con la visibilidad necesaria para la distancia de parada en todo el recorrido, y para ambos sentidos de la circulación.

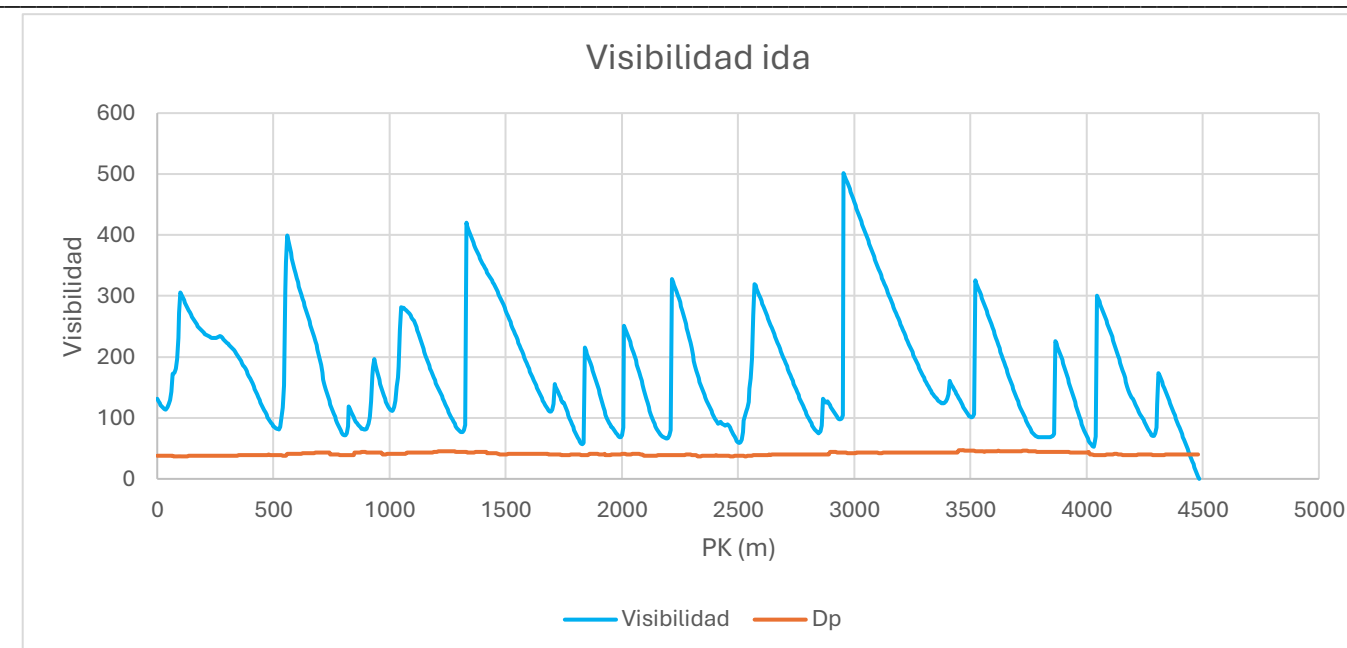


Figura 15. Visibilidad y distancia de parada en el sentido creciente de PK. Fuente: Elaboración propia

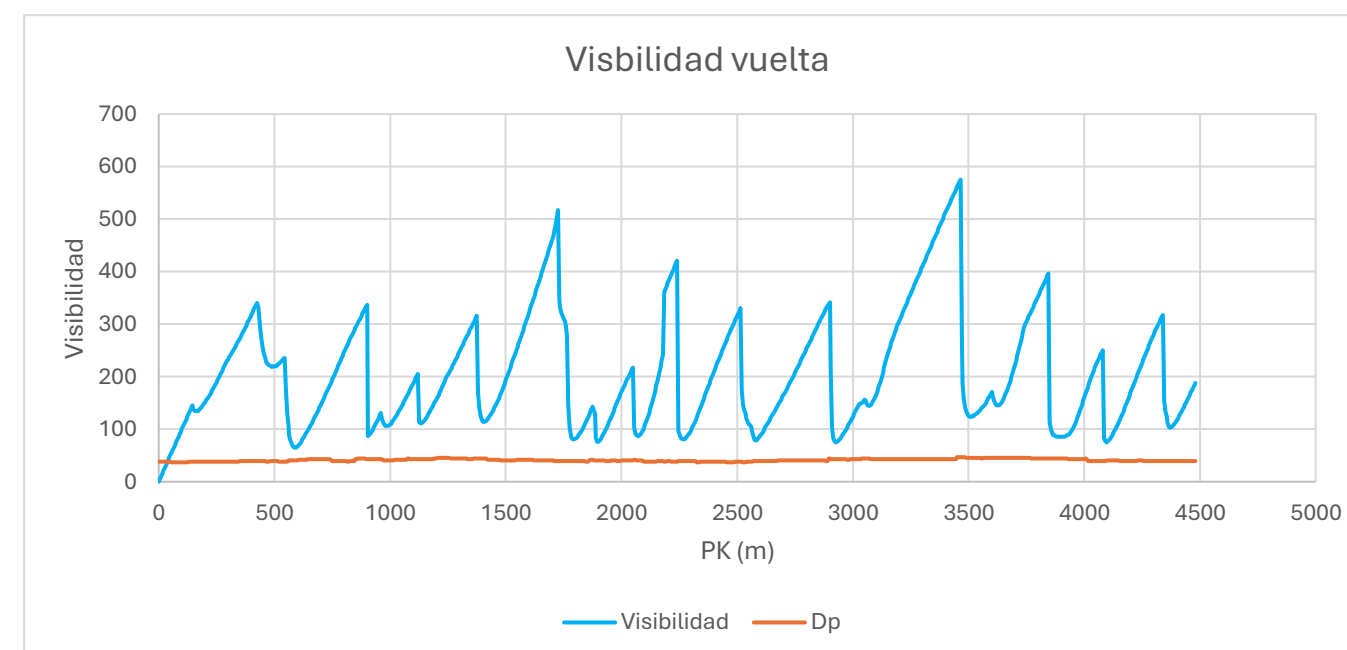


Figura 16. Visibilidad y distancia de parada en el sentido decreciente de PK. Fuente: Elaboración propia

Una vez conocidas las visibilidades en la carretera, se determinan las posibles zonas de adelantamiento. Según la Norma 3.1-IC, estas zonas están limitadas por una distancia mínima de visibilidad necesaria a partir de la cual se puede iniciar la zona de

adelantamiento y por una distancia mínima de visibilidad necesaria a partir de la cuál dicha zona de adelantamiento debe finalizar.

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

Figura 17. Distancia de visibilidad necesaria para no iniciar la marca continua de prohibición de adelantamiento o para finalizarla. Fuente: Tabla 3.2. Norma 3.1-IC.

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

Figura 18. Distancia de visibilidad necesaria para finalizar la marca continua de prohibición de adelantamiento. Fuente: Tabla 3.3. Norma 3.1-IC.

Además, se tendrá en cuenta una longitud mínima de la zona de adelantamiento también distinta para cada velocidad de proyecto, y recogida en la Norma 8.2-IC de la Instrucción de Carreteras sobre Marcas viales.

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

Figura 19. Distancia deseable entre dos marcas continuas de prohibición de adelantamiento. Fuente: Tabla 3. Norma 8.2-IC.

Todos los valores mencionados se obtienen según la velocidad de proyecto  $V_p$  de la carretera. Sin embargo, para el presente estudio se utilizarán las velocidades de operación en cada punto para quedarse del lado de la seguridad y acercarse más a la realidad, ya que los 40 km/h de la velocidad de proyecto quedan muy por debajo de la velocidad máxima de operación en la carretera de 91,36 km/h.

En los siguientes gráficos se muestran las distancias de visibilidad en la carretera y las posibles zonas de adelantamiento, tanto para el sentido creciente como para el sentido decreciente de P.K.

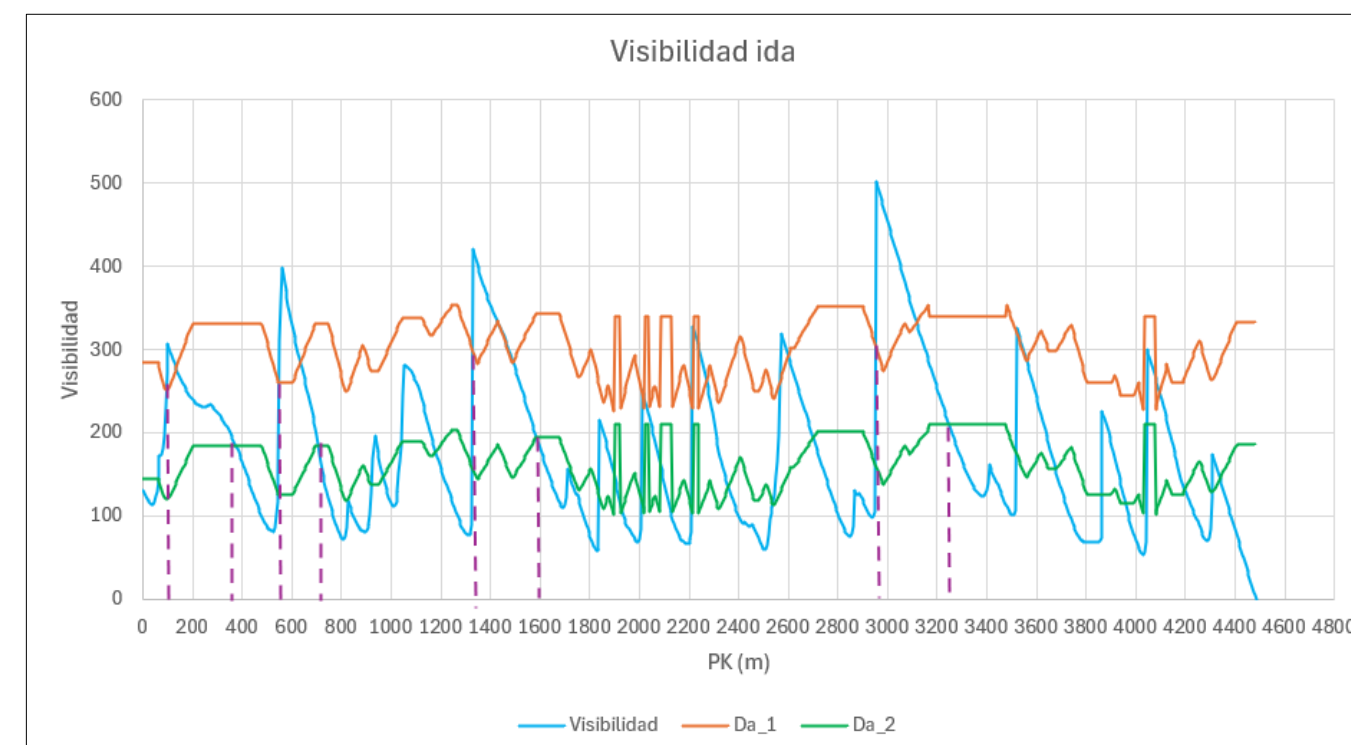


Figura 20. Visibilidad y distancias de adelantamiento en el sentido creciente de PK. Fuente: Elaboración propia



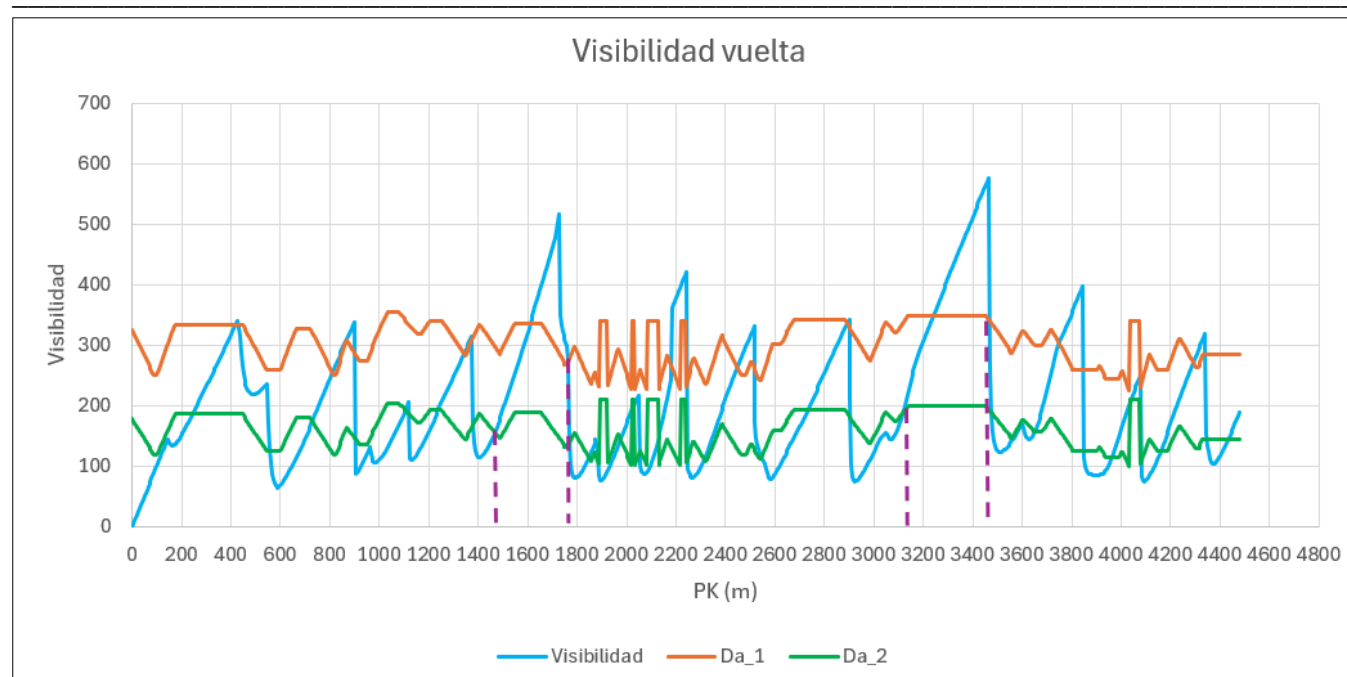


Figura 21. Visibilidad y distancias de adelantamiento en el sentido decreciente de PK. Fuente: Elaboración propia

Se pueden distinguir varias posibles zonas de adelantamiento, correspondientes con las velocidades de operación más elevadas de todo el trayecto al corresponder a alineaciones rectas de gran longitud.

Sin embargo, no se cumple con la distancia mínima de zona de adelantamiento. Es por ello por lo que no se dispondrá ninguna a lo largo del trazado para ningún sentido de la circulación, para garantizar la seguridad de los usuarios en todo el recorrido de acuerdo con la normativa.

## 6. SECCIÓN TRANSVERSAL

Los valores mínimos estipulados para el dimensionamiento de la sección transversal de una carretera están recogidos en la Tabla 7.1 de la Norma 3.1-IC de la Instrucción de carreteras y mostrada en el Anejo n°2 de Trazado geométrico actual.

Según la normativa, en carreteras con relieves accidentados o muy accidentados y con baja intensidad de tráfico ( $IMD < 3000$ ) se podrá justificar la ausencia o reducción de la berma, garantizando siempre un ancho que permita la implantación de la señalización vertical, y si se dispusiese un sistema de contención de vehículos, su anchura de trabajo.

La IMD para el acondicionamiento es ligeramente superior a la determinada como de baja intensidad, pero el relieve impide la ejecución de una sección transversal de mayor anchura a la existente al requerir la ejecución de desmontes y rellenos en todo el trazado, suponiendo un impacto económico y ambiental evitable.

Por ello, la sección transversal del acondicionamiento se mantiene similar a la existente, con un ancho de carril de 3,50 metros y un ancho de arcén de 1 metro, modificando el paquete de firmes en los tramos de nueva ejecución.

La geometría de las cunetas también se mantendrá con la implementación del nuevo trazado. Sus características se pueden observar en el Anejo n°4 de Hidrología y drenaje.

## 7. BOMBEO Y PERALTE

En el apartado 7.3.3 de Bombeo en recta de la Norma 3.1-IC, se establece que para carreteras de calzada única y doble sentido de circulación, la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del 2% hacia cada lado a partir del eje de la calzada. De esta forma, se evacuará el agua proveniente de las precipitaciones hacia los márgenes de la carretera.

El peralte como inclinación transversal en un tramo curvo compensa la falta de rozamiento de los vehículos a su paso por el mismo y cumple también la función de evacuar las aguas superficiales hacia el exterior de la plataforma.

Para curvas de radio menor a 350 metros, como sucede en el acondicionamiento, el peralte deberá ser del 7%, según la Tabla 4.5 de la Norma 3.1-IC, que se puede encontrar en el Anejo n°2 de Trazado geométrico actual.

## 8. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El diseño definitivo para el acondicionamiento de la carretera CV-585 precisa de la ejecución de desmontes y taludes a lo largo del recorrido, con una distancia total de 2.179 metros de trazado de nueva ejecución donde se realizará el movimiento de tierras.

Dicho movimiento de tierras se ha llevado a cabo según las líneas de nivel y determinado a través del software "Autodesk Civil 3D", donde se han podido obtener los volúmenes de tierra en desmonte y terraplén, así como del déficit generado que será transportado a vertedero o utilizado como préstamo para otra obra cercana en la fecha de ejecución de la obra.

Todos estos valores se pueden observar en la siguiente tabla:

| Volumen de tierras en desmonte (m3) | Volumen de tierras en terraplen (m3) | Déficit de tierras acumulado (m3) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 70756,11                            | 4404,39                              | 66351,72                          |

Tabla 4. Volumen de movimiento de tierras en la solución definitiva. Fuente: Elaboración propia

### 9. MOVILIDAD DE ACCESOS

Para la mejora de la seguridad en la carretera CV-585 se debe garantizar una buena visibilidad en todos los accesos tanto para los vehículos que acceden como para los vehículos que transitan por la vía principal, en ambos sentidos de la circulación. Para ello se contempla el estudio del estado de todos los accesos.

Los accesos al inicio y final del tramo de carretera de estudio se mantendrán sin modificación alguna, puesto que no son modificadas las alineaciones rectas de inicio y final del trayecto.

A lo largo de todo el tramo de estudio se pueden contemplar accesos que se corresponden con caminos agrícolas y edificaciones relacionadas con el sector agrícola, incluyendo algún acceso a viviendas.

Los accesos se han clasificado según el riesgo que supone para la seguridad de los usuarios que acceden a la carretera principal desde una carretera secundaria y para los usuarios que recorren la carretera principal, medido según la visibilidad de cruce existente para ambas situaciones.

Aquellos accesos con un riesgo “peligroso” serán modificados o reubicados para garantizar una mayor visibilidad y, por tanto, mayor seguridad. En caso de no ser posible se procederá al cierre de dicho acceso y a su unión con otro camino que dé acceso a la carretera CV-585. Los accesos con un riesgo “moderado” serán susceptibles de modificación o reubicación, pudiendo también no verse afectados e incluyendo la señalización pertinente para advertir a su llegada por la vía principal.

| INVENTARIO DE ACCESOS |          |           |           |
|-----------------------|----------|-----------|-----------|
|                       | PK (m)   | Margen    | Riesgo    |
| 1                     | 0+100,00 | Izquierda | Seguro    |
| 2                     | 0+330,00 | Derecha   | Seguro    |
| 3                     | 0+370,00 | Izquierda | Seguro    |
| 4                     | 0+470,00 | Derecha   | Peligroso |
| 5                     | 0+570,00 | Derecha   | Seguro    |
| 6                     | 0+685,00 | Izquierda | Moderado  |
| 7                     | 1+315,00 | Derecha   | Peligroso |
| 8                     | 1+475,00 | Derecha   | Seguro    |
| 9                     | 1+890,00 | Derecha   | Peligroso |
| 10                    | 1+915,00 | Derecha   | Peligroso |
| 11                    | 2+080,00 | Izquierda | Moderado  |
| 12                    | 2+625,00 | Izquierda | Moderado  |
| 13                    | 2+705,00 | Izquierda | Seguro    |
| 14                    | 2+970,00 | Derecha   | Seguro    |
| 15                    | 2+980,00 | Izquierda | Seguro    |
| 16                    | 3+355,00 | Izquierda | Seguro    |
| 17                    | 3+425,00 | Izquierda | Seguro    |
| 18                    | 3+925,00 | Izquierda | Peligroso |
| 19                    | 4+110,00 | Derecha   | Peligroso |
| 20                    | 4+250,00 | Izquierda | Moderado  |
| 21                    | 4+435,00 | Izquierda | Seguro    |

Tabla 5. Inventario de accesos de la carretera CV-585. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se definen las modificaciones realizadas en aquellos accesos que las requieran:

#### P.K. 0+470m

El acceso se cortará y se unirá con el situado en el P.K. 0+570, aumentando la distancia de visibilidad considerablemente hacia las dos rectas contiguas.



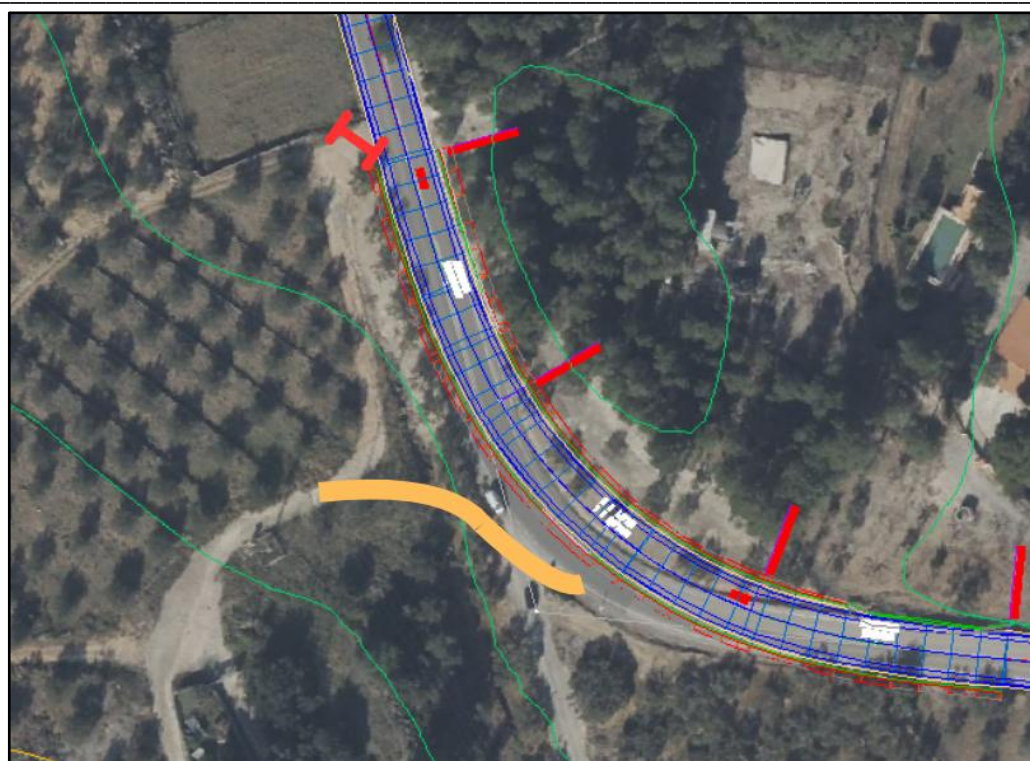


Figura 22. Modificación de acceso en el P.K. 0+470. Fuente: Elaboración propia

#### **P.K. 1+315m**

Al situarse justo después de una curva circular, el riesgo de accidente al acceder a la vía si un vehículo se acerca en sentido descendente de P.K. es elevado, puesto que la distancia de visibilidad es muy reducida. Por ello, se unirá con el acceso en el P.K. 1+475, que cuenta con la visibilidad de cruce necesaria para realizar una incorporación segura hacia ambos sentidos.

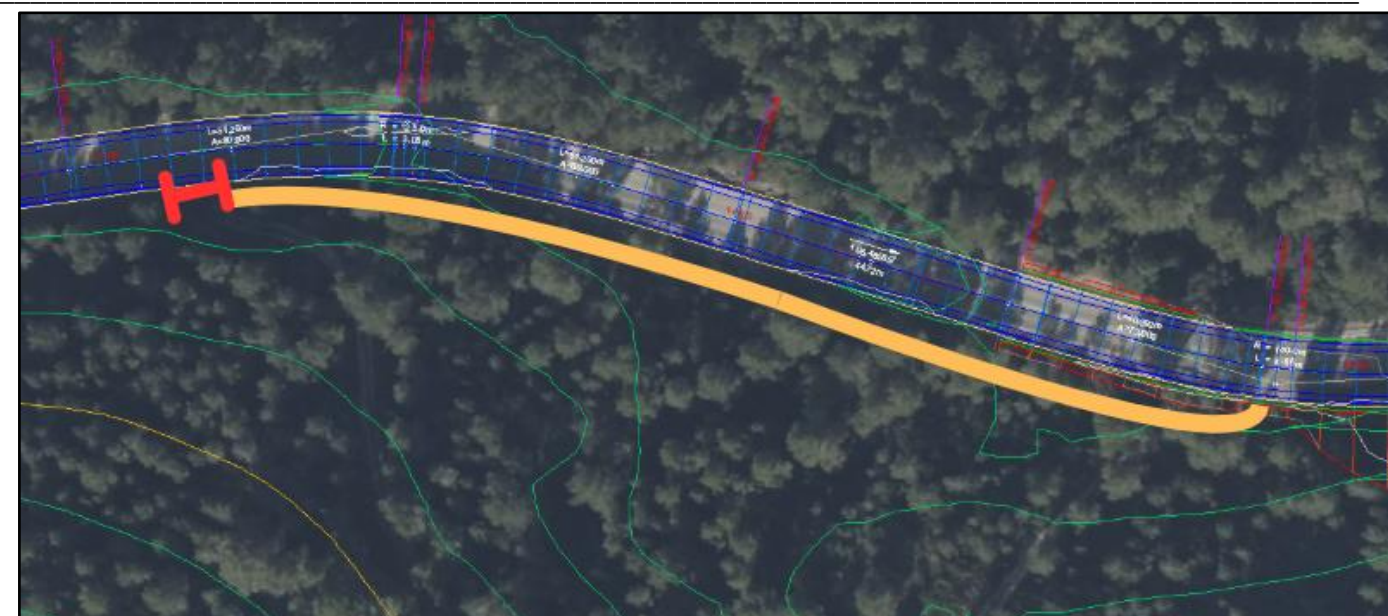


Figura 23. Modificación de acceso en el P.K. 1+315. Fuente: Elaboración propia

#### **P.K. 1+890 y 1+915m**

Ambos accesos, cercanos entre sí, están situados en la zona más sinuosa de la carretera CV-585. La alternativa propuesta para garantizar su seguridad es cortar los dos accesos por dicho tramo del recorrido y unirlos mediante la creación de un nuevo camino subiendo la montaña con el camino agrícola que se une a la vía principal en el P.K.2+970, caracterizado con un riesgo “seguro”.



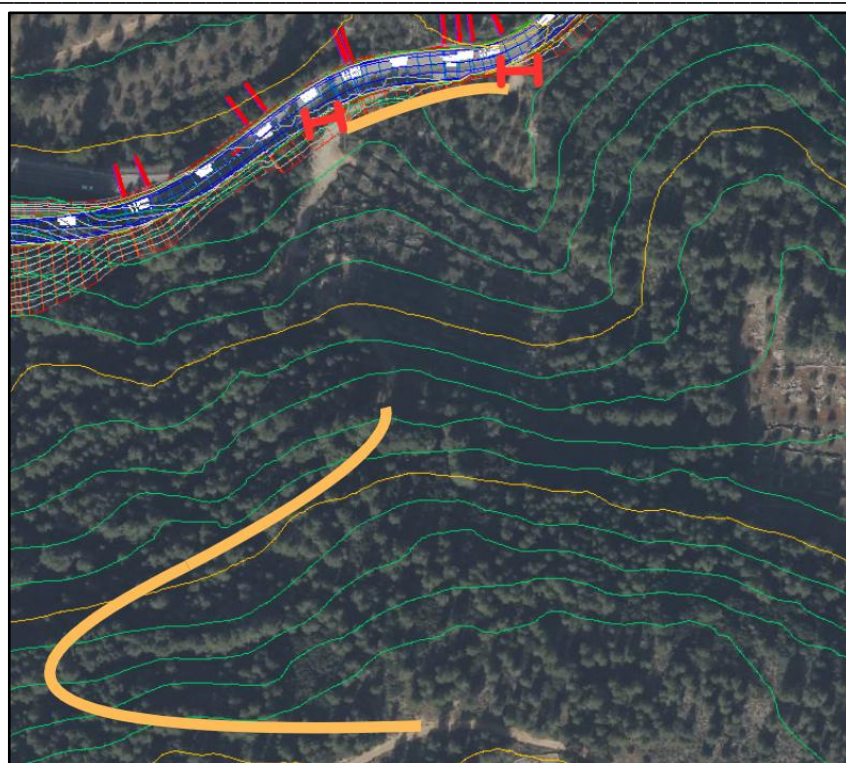


Figura 24. Modificación de accesos en los P.K. 1+890 y 1+915. Fuente: Elaboración propia

#### **P.K. 3+925**

Este acceso cuenta con poca visibilidad para los vehículos que circulan en sentido ascendente de P.K., hacia el municipio de Alcudia de Crespins. La alternativa propuesta aprovecha el trazado existente y que pasará a estar en desuso, para la prolongación de la vía secundaria a través de este. La nueva incorporación a la vía principal se realizará en el P.K. 3+700, aumentando la visibilidad de cruce para mayor seguridad de los usuarios.

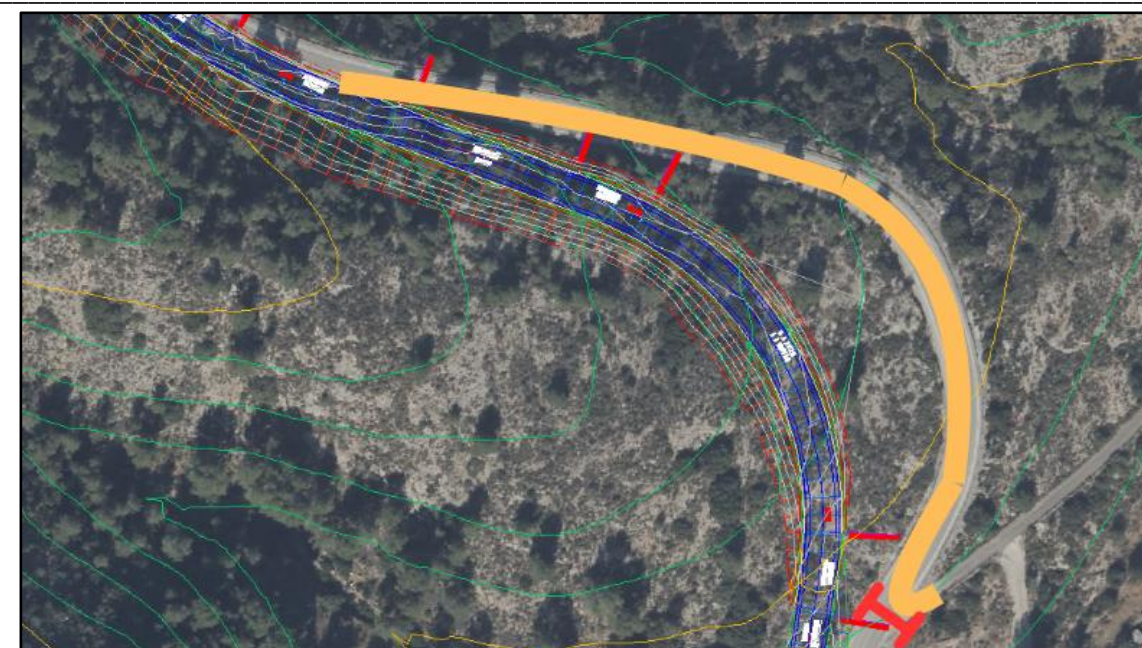


Figura 25. Modificación de acceso en el P.K. 3+925. Fuente: Elaboración propia

#### **P.K. 4+110**

El último acceso por modificar se encuentra hacia el final del recorrido, en el P.K. 4+110, posterior a una curva circular con un desmonte que impide la visión de esta. Se realizará una reubicación a 50 metros en sentido ascendente de P.K. donde se tiene una visión clara de los vehículos que circulan en ambos sentidos por la vía principal.



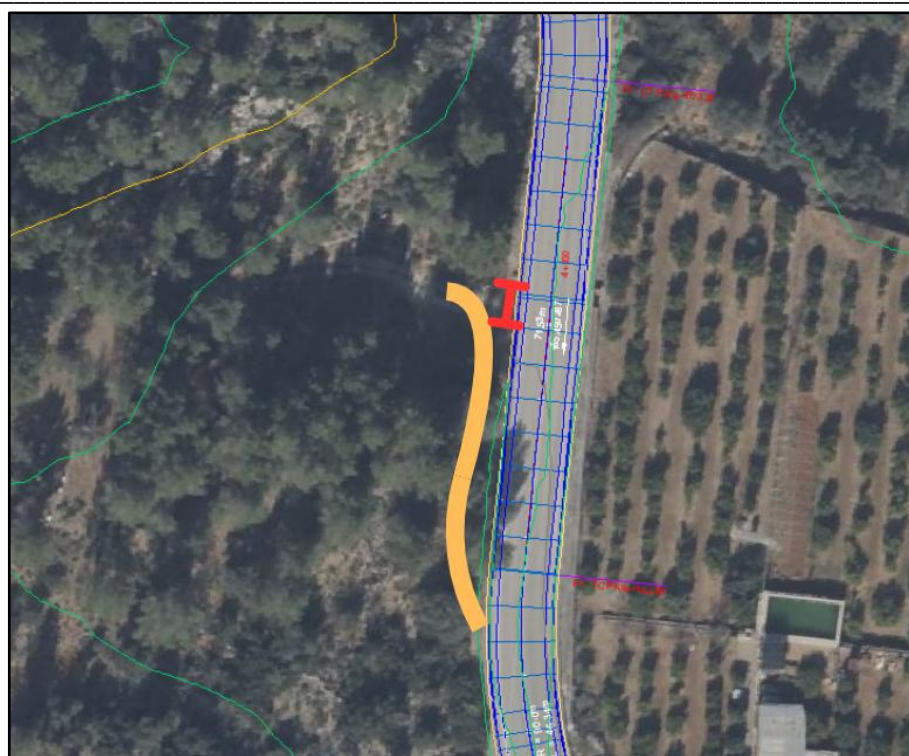


Figura 26. Modificación de acceso en el P.K. 4+110. Fuente: Elaboración propia



## ANEJO N°7: ESTUDIO DEL TRÁFICO

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026





## ÍNDICE

|                                                                                  |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                                                     | <b>1</b> |
| <b>2. INTENSIDAD MEDIA DIARIA.....</b>                                           | <b>1</b> |
| 2.1 Estimación de IMD para el año de puesta en servicio y el año horizonte ..... | 1        |
| <b>3. NIVEL DE SERVICIO .....</b>                                                | <b>2</b> |
| 3.1 DATOS UTILIZADOS .....                                                       | 2        |
| 3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....                                                | 3        |
| 3.2.1 SEGMENTACIÓN .....                                                         | 3        |
| 3.2.2 SEGMENTACIÓN EN FUNCIÓN DEL TRAZADO EN ALZADO .....                        | 4        |
| 3.2.3 INTENSIDAD DE LA DEMANDA.....                                              | 5        |
| 3.2.4 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD EN FLUJO LIBRE .....                         | 5        |
| 3.2.5 ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD MEDIA .....                                     | 5        |
| 3.2.6 ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE EN COLA.....                                     | 6        |
| 3.2.7 OBTENCIÓN DE LA DENSIDAD EN COLA .....                                     | 7        |
| 3.2.8 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO .....                                  | 7        |
| 3.3 CARRETERA ACTUAL .....                                                       | 8        |
| 3.4 AÑO DE PUESTA EN SERVICIO .....                                              | 9        |
| 3.5 AÑO HORIZONTE .....                                                          | 9        |

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo evaluar el estado del tráfico en la carretera CV-585. Mediante el valor de intensidad media diaria podemos obtener el tráfico diario para el año de puesta en servicio y el año horizonte, tanto de vehículos ligeros como de vehículos pesados, y con la obtención del Nivel de Servicio podremos obtener de forma cualitativa las condiciones de operación del flujo de tránsito en la CV-585.

## 2. INTENSIDAD MEDIA DIARIA

Los datos de aforos de la carretera objeto de estudio se han obtenido de la página web del plan de aforos de la Generalitat Valenciana. De dicha página podemos extraer la longitud del tramo aforado, con los valores de P.K. inicial y final, la intensidad media diaria (IMD) y el porcentaje de vehículos pesados, con fecha de actualización de 2024.

La estación de aforo situada en el P.K. 5+700 de la presente carretera no proporciona el porcentaje de vehículos pesados, valor necesario para el dimensionamiento y la ejecución de firmes, y para el estudio del tráfico. Por ello, se han tomado los porcentajes de vehículos pesados de las dos estaciones afines de la carretera CV-590, la cual intersecta con la CV-585 en su inicio y discurre su trazado desde la autovía A-7 hasta el municipio de Enguera. Posteriormente, se obtiene el porcentaje de vehículos pesados como la media entre los dos valores de las estaciones afines.

De los datos obtenidos de la carretera CV-590, con última fecha de actualización también en 2024, y dividida en dos tramos por la CV-580, se obtienen los siguientes datos. Del tramo que discurre entre la autovía A-7 y la CV-580 se extrae un porcentaje de vehículos pesados de 5,7%, mientras que en el tramo entre la CV-580 y el municipio de Enguera obtenemos un porcentaje de vehículos pesados de 6,2%. Con estos valores, obtenemos un porcentaje promedio de 5,95% de vehículos pesados para la carretera CV-585.

### 2.1 Estimación de IMD para el año de puesta en servicio y el año horizonte

Con una intensidad media diaria (IMD) de 3.142 vehículos, obtenemos un valor de intensidad media diaria de 187 vehículos pesados.

| IMD 2024 | Vehículos ligeros | Vehículos pesados |
|----------|-------------------|-------------------|
| 3.142    | 2955              | 187               |

Figura 1. Aforos 2024. Fuente: Carreteras de la Generalitat Valenciana

Se ha de tener en cuenta el cálculo de la intensidad media diaria tanto para el año de puesta en servicio y el año horizonte. Se estima que el año de puesta en servicio será 2 años después de la redacción del proyecto, es decir, en 2028. El año horizonte será 2048, 20 años después de la puesta en servicio según está estipulado.

La intensidad media diaria se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IMD_{2028} = IMD_{2024} * \left(1 + \frac{\% r}{100}\right)^{años}$$

Para poder realizar el cálculo anterior es necesario la obtención del incremento anual acumulativo. El Ministerio de Fomento establece en la Orden Ministerial de Eficiencia (Orden FOM/3317/2010) publicada en el BOE las tasas de crecimiento que figuran en la siguiente tabla:

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

Figura 2. Incremento anual acumulativo. Fuente: Ministerio de Fomento

Puesto que el presente proyecto se sitúa en el periodo posterior a 2017, se considera una tasa de crecimiento de 1,44%.

Se obtiene la fórmula para el cálculo de la intensidad media diaria para el año de puesta en servicio:



$$IMD_{2028} = IMD_{2024} * (1 + \frac{\% r}{100})^{(2028-2024)}$$

Sustituyendo en la fórmula anterior:

$$IMD_{2028} = 3.142 * (1 + \frac{1,44}{100})^4 = 3.327 \text{ veh/día}$$

Empleando el porcentaje de vehículos pesados con respecto a la intensidad media diaria calculada, se obtiene la intensidad media diaria de vehículos pesados para el año de puesta en servicio.

$$IMD_{p2028} = IMD_{2028} * \%vp$$

Sustituyendo:

$$IMD_{p2028} = 3.327 * 0,0595 = 198 \text{ vp/día}$$

Del mismo modo, empleando las fórmulas ya descritas y con los valores previamente establecidos, se obtiene la intensidad media diaria para el año horizonte.

$$IMD_{2048} = IMD_{2024} * (1 + \frac{\% r}{100})^{(2048-2024)}$$

Sustituyendo:

$$IMD_{2048} = 3.142 * (1 + \frac{1,44}{100})^{24} = 4.428 \text{ veh/día}$$

Mediante el porcentaje de vehículos pesados se obtiene la intensidad media diaria de vehículos pesados para el año horizonte.

$$IMD_{p2048} = IMD_{2048} * \%vp$$

Sustituyendo:

$$IMD_{p2048} = 4.428 * 0,0595 = 264 \text{ vp/día}$$

### 3. NIVEL DE SERVICIO

Para conocer si el funcionamiento de una carretera está siendo correcto según el tráfico existente, se debe calcular el Nivel de Servicio de la carretera.

Para ello se hace uso del Highway Capacity Manual (HCM), que proporciona los métodos y parámetros necesarios para su obtención.

#### 3.1 DATOS UTILIZADOS

Los datos necesarios para el cálculo del Nivel de Servicio vienen proporcionados por las siguientes tablas, extraídas del Highway Capacity Manual (HCM).

| Clase vertical | $b_0$   | $b_1$   | $b_2$  | $b_3$    | $b_4$     | $b_5$  |
|----------------|---------|---------|--------|----------|-----------|--------|
| 1              | 0.0558  | 0.0542  | 0.3278 | 0.1029   | 0.0000    | 0.0000 |
| 2              | 5.7280  | -0.0809 | 0.7404 | Eq. 15-9 | Eq. 15-10 | 3.1155 |
| 3              | 9.3079  | -0.1706 | 1.1292 | Eq. 15-9 | Eq. 15-10 | 3.1155 |
| 4              | 9.0115  | -0.1994 | 1.8252 | Eq. 15-9 | Eq. 15-10 | 3.2685 |
| 5              | 23.9144 | -0.6925 | 1.9473 | Eq. 15-9 | Eq. 15-10 | 3.5115 |

Figura 3. Coeficientes  $b$  para el factor  $m$ . Fuente: HCM

Para el cálculo de los coeficientes  $b_3$  y  $b_4$  se emplean las siguientes fórmulas:

$$b_3 = c_0 + c_2 * FFS$$

| Clase vertical | $c_0$    | $c_2$  |
|----------------|----------|--------|
| 1              | 0.1029   | 0.0000 |
| 2              | -13.8036 | 0.2446 |
| 3              | -11.9703 | 0.2542 |
| 4              | -12.5113 | 0.2656 |
| 5              | -14.8961 | 0.4370 |

Figura 4. Coeficientes  $c$  para calcular  $b_3$ . Fuente: HCM

$$b_4 = d_0 + d_1 * \sqrt{HV\%} + d_2 * FFS + d_3 * (FFS * \sqrt{HV\%})$$

| Clase vertical | $d_0$    | $d_1$  | $d_2$  | $d_3$   |
|----------------|----------|--------|--------|---------|
| 1              | 0.0000   | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2              | -1.7765  | 0.0000 | 0.0392 | 0.0000  |
| 3              | -3.5550  | 0.0000 | 0.0826 | 0.0000  |
| 4              | -5.7775  | 0.0000 | 0.1373 | 0.0000  |
| 5              | -18.2910 | 2.3875 | 0.4494 | -0.0520 |

Figura 5. Coeficientes  $d$  para calcular  $b_4$ . Fuente: HCM

| Clase vertical | $f_0$   | $f_1$   | $f_2$    | $f_3$   | $f_4$    | $f_5$    | $f_6$   | $f_8$   |
|----------------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|
| 1              | 0.67576 | 0.00000 | 0.00000  | 0.12060 | -0.35919 | 0.00000  | 0.00000 | 0.00000 |
| 2              | 0.34524 | 0.00591 | 0.02031  | 0.14911 | -0.43784 | -0.00296 | 0.02956 | 0.41622 |
| 3              | 0.17291 | 0.00917 | 0.05698  | 0.27734 | -0.61893 | -0.00918 | 0.09184 | 0.41622 |
| 4              | 0.67689 | 0.00534 | -0.13037 | 0.25699 | -0.68465 | -0.00709 | 0.07087 | 0.33950 |
| 5              | 1.13262 | 0.00000 | -0.26367 | 0.18811 | -0.64304 | -0.00867 | 0.08675 | 0.30590 |

Figura 6. Coeficientes  $f$  para el factor  $p$ . Fuente: HCM

| Clase vertical | $b_0$     | $b_1$    | $b_2$     | $b_3$    | $b_4$    | $b_5$    | $b_6$    | $b_7$    |
|----------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1              | 37.68080  | 3.05089  | -7.90866  | -0.94321 | 13.64266 | -0.00050 | -0.05500 | 7.13758  |
| 2              | 58.21104  | 5.73387  | -13.66293 | -0.66126 | 9.08575  | -0.00950 | -0.03602 | 7.14619  |
| 3              | 113.20439 | 10.01778 | -18.90000 | 0.46542  | -6.75338 | -0.03000 | -0.05800 | 10.03239 |
| 4              | 58.29978  | -0.53611 | 7.35076   | -0.27046 | 4.49850  | -0.01100 | -0.02968 | 8.89680  |
| 5              | 3.32968   | -0.84377 | 7.08952   | -1.32089 | 19.98477 | -0.01250 | -0.02960 | 9.99453  |

Figura 7. Coeficientes  $b$  para  $PF_{cap}$ . Fuente: HCM

| Clase vertical | $c_0$     | $c_1$    | $c_2$     | $c_3$    | $c_4$     | $c_5$    | $c_6$    | $c_7$    |
|----------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| 1              | 18.01780  | 10.00000 | -21.60000 | -0.97853 | 12.05214  | -0.00750 | -0.06700 | 11.60405 |
| 2              | 47.83887  | 12.80000 | -28.20000 | -0.61758 | 5.80000   | -0.04550 | -0.03344 | 11.35573 |
| 3              | 125.40000 | 19.50000 | -34.90000 | 0.90672  | -16.10000 | -0.11000 | -0.06200 | 14.71136 |
| 4              | 103.13534 | 14.68459 | -23.72704 | 0.66444  | -11.95763 | -0.10000 | 0.00172  | 14.70067 |
| 5              | 89.00000  | 19.02642 | -34.54240 | 0.29792  | -6.62528  | -0.16000 | 0.00480  | 17.56611 |

Figura 8. Coeficientes  $c$  para  $PF_{25cap}$ . Fuente: HCM

A continuación, se procede al desarrollo de los cálculos en la determinación del Nivel de Servicio para la clasificación de la carretera CV-585, tanto para la carretera actual como para el año de puesta en servicio y el año horizonte.

### 3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Antes de calcular el nivel de servicio, es necesario establecer las distintas condiciones sobre las características de la carretera para la selección de los distintos coeficientes.

#### 3.2.1 SEGMENTACIÓN

Para la estimación del nivel de servicio se requiere realizar una segmentación en función de las variaciones en alzado, la sección transversal, las condiciones de adelantamiento, la velocidad límite y las intersecciones importantes. Todo ello dentro de unos umbrales de longitud máxima y mínima y según la condición de adelantamiento, establecidos en la siguiente figura:

| Clase vertical | Adelantamiento impedido |            | Adelantamiento permitido |            |
|----------------|-------------------------|------------|--------------------------|------------|
|                | Mínima (m)              | Máxima (m) | Mínima (m)               | Máxima (m) |
| 1              | 0.25                    | 3.0        | 0.25                     | 2.0        |
| 2              | 0.25                    | 3.0        | 0.25                     | 2.0        |
| 3              | 0.25                    | 1.1        | 0.25                     | 1.1        |
| 4              | 0.5                     | 3.0        | 0.5                      | 2.0        |
| 5              | 0.5                     | 3.0        | 0.5                      | 2.0        |

Figura 9. Longitudes de segmento mínimas y máximas. Fuente: HCM



En cuanto al alzado, sería necesario estudiar el nivel de servicio para los distintos subtramos según las pendientes en el trazado.

| P.K. de VAV | Inclinación de entrada | Inclinación de salida |
|-------------|------------------------|-----------------------|
| 0+000.00m   |                        | 5.12%                 |
| 0+342.82m   | 5.12%                  | 3.59%                 |
| 0+475.00m   | 3.59%                  | 1.88%                 |
| 0+562.28m   | 1.88%                  | -3.88%                |
| 0+744.86m   | -3.88%                 | 0.61%                 |
| 0+842.55m   | 0.61%                  | -5.79%                |
| 0+972.68m   | -5.79%                 | -0.82%                |
| 1+076.57m   | -0.82%                 | -4.23%                |
| 1+192.00m   | -4.23%                 | -6.19%                |
| 1+422.27m   | -6.19%                 | -2.54%                |
| 1+606.72m   | -2.54%                 | 0.06%                 |
| 1+655.73m   | 0.06%                  | 3.75%                 |
| 1+716.50m   | 3.75%                  | 0.07%                 |
| 1+857.52m   | 0.07%                  | -4.71%                |
| 1+930.04m   | -4.71%                 | -0.63%                |
| 2+006.31m   | -0.63%                 | -4.29%                |
| 2+097.69m   | -4.29%                 | 1.34%                 |
| 2+197.72m   | 1.34%                  | -0.41%                |
| 2+332.32m   | -0.41%                 | 3.94%                 |
| 2+543.36m   | 3.94%                  | 1.52%                 |
| 2+898.27m   | 1.52%                  | -4.94%                |
| 3+110.22m   | -4.94%                 | -3.39%                |
| 3+456.43m   | -3.39%                 | -7.94%                |
| 4+020.16m   | -7.94%                 | -2.20%                |
| 4+160.70m   | -2.20%                 | 0.37%                 |
| 4+550.00m   | 0.37%                  |                       |

Tabla 1. Pendientes CV-585. Fuente: HCM

Para el cálculo del Nivel de Servicio se tendrá en cuenta el segmento más desfavorable, y suponiendo el resto de los segmentos con una clasificación similar o superior.

Como se puede comprobar en la “Tabla 1”, la pendiente más desfavorable es del 7,94%. Por tanto, el tramo a analizar comprende desde el P.K. 3+512 y el P.K. 3+990, donde el adelantamiento no está permitido.

### 3.2.2 SEGMENTACIÓN EN FUNCIÓN DEL TRAZADO EN ALZADO

La segmentación en función del trazado en alzado se realizará de acuerdo con los siguientes valores, según la pendiente y la longitud del segmento, y para ambos sentidos de circulación.

| Longitud (mi) | Pendiente ascendente (%) |            |            |            |            |            |            |            |            |     |
|---------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
|               | < 1                      | > 1<br>≤ 2 | > 2<br>≤ 3 | > 3<br>≤ 4 | > 4<br>≤ 5 | > 5<br>≤ 6 | > 6<br>≤ 7 | > 7<br>≤ 8 | > 8<br>≤ 9 | > 9 |
| ≤ 0.1         | 1                        | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2   |
| > 0.1 ≤ 0.2   | 1                        | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 3          | 3          | 3   |
| > 0.2 ≤ 0.3   | 1                        | 1          | 1          | 2          | 2          | 3          | 3          | 4          | 4          | 5   |
| > 0.3 ≤ 0.4   | 1                        | 1          | 2          | 2          | 3          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.4 ≤ 0.5   | 1                        | 1          | 2          | 2          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.5 ≤ 0.6   | 1                        | 1          | 2          | 3          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.6 ≤ 0.7   | 1                        | 1          | 2          | 3          | 4          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.7 ≤ 0.8   | 1                        | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.8 ≤ 0.9   | 1                        | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.9 ≤ 1.0   | 1                        | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 1.0 ≤ 1.1   | 1                        | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 1.1         | 1                        | 1          | 2          | 4          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5   |

Figura 10. Clasificación vertical para segmentos ascendentes. Fuente: HCM

| Longitud (m) | Pendiente descendente (%) |            |            |            |            |            |            |            |            |     |
|--------------|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
|              | < 1                       | > 1<br>≤ 2 | > 2<br>≤ 3 | > 3<br>≤ 4 | > 4<br>≤ 5 | > 5<br>≤ 6 | > 6<br>≤ 7 | > 7<br>≤ 8 | > 8<br>≤ 9 | > 9 |
| ≤ 0.1        | 1                         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2   |
| > 0.1 ≤ 0.2  | 1                         | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 3          | 3   |
| > 0.2 ≤ 0.3  | 1                         | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 3          | 3          | 4          | 5   |
| > 0.3 ≤ 0.4  | 1                         | 1          | 1          | 2          | 2          | 3          | 4          | 4          | 5          | 5   |
| > 0.4 ≤ 0.5  | 1                         | 1          | 1          | 2          | 3          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.5 ≤ 0.6  | 1                         | 1          | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.6 ≤ 0.7  | 1                         | 1          | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.7 ≤ 0.8  | 1                         | 1          | 1          | 3          | 4          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.8 ≤ 0.9  | 1                         | 1          | 1          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 0.9 ≤ 1.0  | 1                         | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 1.0 ≤ 1.1  | 1                         | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5   |
| > 1.1        | 1                         | 1          | 2          | 4          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5   |

Figura 11. Clasificación vertical para segmentos descendentes. Fuente: HCM

### 3.2.3 INTENSIDAD DE LA DEMANDA

La intensidad de demanda se calcula según la siguiente fórmula:

$$v_i = \frac{V_i}{PHF}$$

dónde,

- $v_i$  (veh/h): intensidad de demanda en la dirección  $i$  (d para el sentido de cálculo, o para el sentido opuesto).
- $V_i$  (veh/h): intensidad horaria en el sentido  $i$ .
- PHF: factor de hora punta.

Suponemos el 10% de la IMD para la intensidad horaria. Al tratarse de una carretera interurbana y rural, y no disponer de datos de estaciones afines, se toma como representación del factor de hora punta (PHF) el 0,95.

Además, se tendrá en cuenta un 60% de intensidad para el sentido creciente ( $v_d$ ) y un 40% para el sentido decreciente ( $v_o$ ).

### 3.2.4 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD EN FLUJO LIBRE

Para la estimación de la velocidad en flujo libre del segmento de la carretera, el Highway Capacity Manual proporciona unas fórmulas a pesar de la recomendación de medir las velocidades reales.

Para su determinación en el presente estudio, se hace uso del software “Perfil V85” y proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho. Después se realiza un promedio de las velocidades comprendidas en el segmento y distintas para cada sentido de la circulación, siendo el valor obtenido la “FFS”.

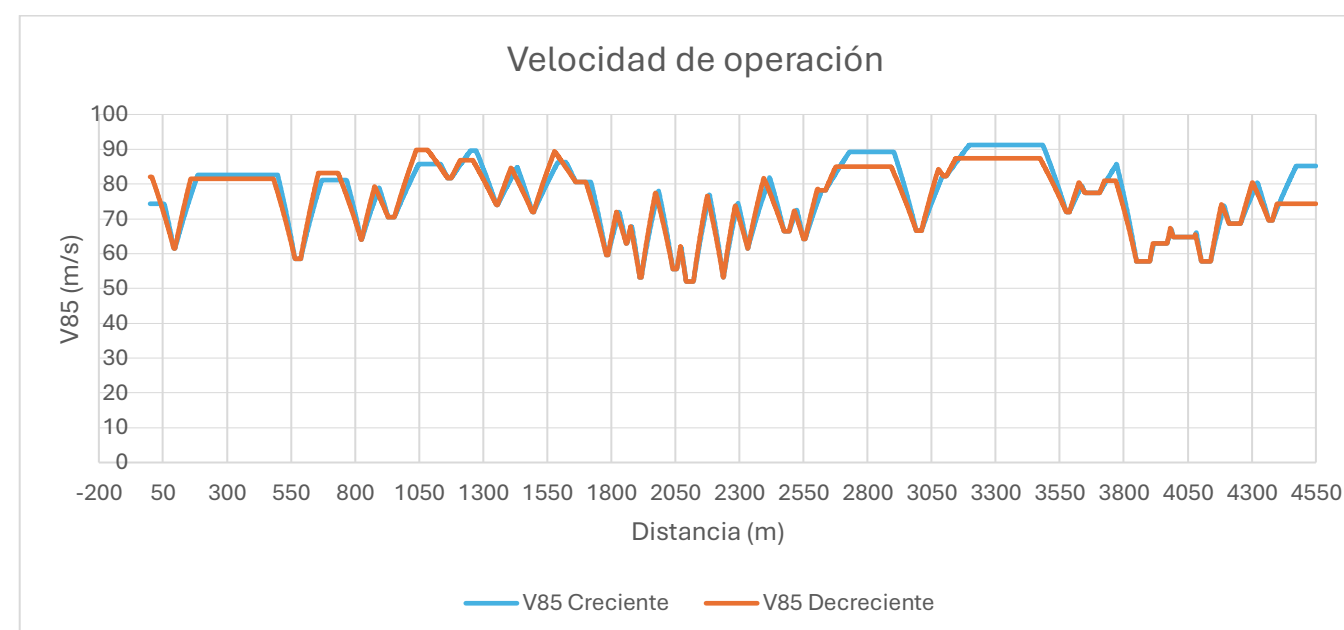


Figura 12. Perfil de velocidades de operación en sentido creciente y decreciente. Fuente: Elaboración propia

### 3.2.5 ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD MEDIA

La velocidad media se determina según la siguiente expresión:

$$S = \begin{cases} FFS & \text{si } v_d \leq 100 \\ FFS - m * \left( \frac{v_d}{1000} - 0,1 \right)^p & \text{si } v_d > 100 \end{cases}$$

dónde,

- FFS (mi/h): velocidad en flujo libre.



- $v_d$  (veh/h): intensidad de demanda en el sentido de análisis.
- $m, p$ : factores de ajuste.

Las ecuaciones para el cálculo de los factores  $m$  y  $p$  son las siguientes:

$$m = \max \left[ b_5, b_0 + b_1 * FFS + b_2 * \sqrt{\frac{v_o}{1000}} + \max(0, b_3) * \sqrt{L} + \max(0, b_4) * HV\% \right]$$

dónde,

- $b_i$ : coeficientes para el modelo.
- $v_o$  (veh/h): intensidad de demanda en el sentido opuesto. Se debe utilizar  $v_o = 1500$  veh/h para segmentos con adelantamiento impedido.
- $L$  (mi): longitud del segmento.
- $HV\%$ : porcentaje de vehículos pesados en el sentido de análisis.

$$p = \max \left[ f_8, f_0 + f_1 * FFS + f_2 * L + f_3 * \frac{v_o}{1000} + f_4 * \sqrt{\frac{v_o}{1000}} + f_5 * HV\% + f_6 * \sqrt{HV\%} \right]$$

dónde,

- $f_i$ : coeficientes para el modelo.
- $FFS$  (mi/h): velocidad en flujo libre para el sentido del análisis.
- $v_o$  (veh/h): intensidad de demanda en el sentido opuesto. Se debe utilizar  $v_o = 1500$  veh/h para segmentos con adelantamiento impedido.
- $L$  (mi): longitud del segmento.
- $HV\%$ : porcentaje de vehículos pesados en el sentido de análisis.

### 3.2.6 ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE EN COLA

El porcentaje en cola indica la proporción de vehículos en espera con respecto del total, en un punto determinado de la carretera, evaluando la eficiencia a lo largo del recorrido. Un porcentaje inferior supone una conducción fluida, mientras que un porcentaje más elevado refleja problemas en la vía por capacidad.

$$PF = 100 * \left[ 1 - e^{m * \left( \frac{v_d}{1000} \right)^p} \right]$$

dónde,

- $v_d$  (veh/h): intensidad de demanda en el sentido de análisis.
- $m, p$ : factores de pendiente y potencia.

En primer lugar, se determinan las variables auxiliares  $PF_{cap}$  y  $PF_{25cap}$ :

$$PF_{cap} = b_0 + b_1 * L + b_2 * \sqrt{L} + b_3 * FFS + b_4 * \sqrt{FFS} + b_5 * HV\% + b_6 * FFS * \frac{v_o}{1000} + b_7 * \sqrt{\frac{v_o}{1000}}$$

$$PF_{25cap} = c_0 + c_1 * L + c_2 * \sqrt{L} + c_3 * FFS + c_4 * \sqrt{FFS} + c_5 * HV\% + c_6 * FFS * \frac{v_o}{1000} + c_7 * \sqrt{\frac{v_o}{1000}}$$

dónde,

- $b_i$  y  $c_i$ : coeficientes
- $L$  (mi): longitud del segmento.
- $FFS$  (mi/h): velocidad en flujo libre en la dirección de análisis.
- $HV\%$ : porcentaje de pesados en la dirección de análisis.
- $v_o$  (veh/h): intensidad de demanda en el sentido opuesto. En tramos con adelantamiento impedido, se emplea  $v_o = 1500$  veh/h

Una vez calculadas las variables auxiliares, se determinan los factores m y p para obtener el factor de hora punta:

$$m = -0,29764 * \left( \frac{-\ln \left( 1 - \frac{PF_{25cap}}{100} \right)}{0,25 * \frac{1700}{1000}} \right) - 0,71917 * \left( \frac{-\ln \left( 1 - \frac{PF_{cap}}{100} \right)}{\frac{1700}{1000}} \right)$$

$$p = 0,81165 + 0,37920 * \left( \frac{-\ln \left( 1 - \frac{PF_{25cap}}{100} \right)}{0,25 * \frac{1700}{1000}} \right) - 0,49524 * \left( \frac{-\ln \left( 1 - \frac{PF_{cap}}{100} \right)}{\frac{1700}{1000}} \right) - 2,11289 * \sqrt{\frac{-\ln \left( 1 - \frac{PF_{25cap}}{100} \right)}{0,25 * \frac{1700}{1000}}} + 2,41146 * \sqrt{\frac{-\ln \left( 1 - \frac{PF_{cap}}{100} \right)}{\frac{1700}{1000}}}$$

### 3.2.7 OBTENCIÓN DE LA DENSIDAD EN COLA

La expresión para la determinación de la densidad en cola es la siguiente:

$$FD = \frac{PF}{100} * \frac{v_d}{S}$$

### 3.2.8 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO

Con la densidad de cola calculada y conociendo la velocidad límite en mi/h, se puede determinar el Nivel de Servicio de la carretera. Para ello, se hará uso de la “Figura 13” correspondiente a la Tabla 15-6 del capítulo 15 del Highway Capacity Manual.

| Nivel de Servicio | Segmentos rápidos<br>( $S_{pl} \geq 50$ mi/h) | Segmentos lentos<br>( $S_{pl} < 50$ mi/h) |
|-------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| A                 | $\leq 2.0$                                    | $\leq 2.5$                                |
| B                 | $> 2.0 - 4.0$                                 | $> 2.5 - 5.0$                             |
| C                 | $> 4.0 - 8.0$                                 | $> 5.0 - 10.0$                            |
| D                 | $> 8.0 - 12.0$                                | $> 10.0 - 15.0$                           |
| E                 | $> 12.0$                                      | $> 15.0$                                  |
| F                 | $v_d \geq 1700$ veh/h/carril                  |                                           |

Figura 13. Criterio de Nivel de Servicio. Fuente: HCM

Para el actual estudio, la velocidad límite es inferior a 50 millas por hora. Por tanto, se trata de un segmento lento, correspondiente a la columna derecha de la tabla.



### 3.3 CARRETERA ACTUAL

Para el cálculo del Nivel de Servicio se hace uso de una herramienta desarrollada en Excel y que tiene en cuenta todos los parámetros necesarios para su obtención.

Como se puede comprobar en la siguiente tabla, en el tramo más desfavorable se obtiene Nivel de Servicio A, lo que implica que el resto de la carretera también tendrá las mismas características de tráfico. Esta calificación supone una circulación fluida durante todo el recorrido por la carretera CV-585 actual.

| CARRETERA ACTUAL         |              |            |       |              |            |            |       |
|--------------------------|--------------|------------|-------|--------------|------------|------------|-------|
| IMD                      | 3.147        | veh/día    | IMDp  | 187          | vehp/día   | %pendiente | 7,94% |
| %vp                      | 5,95         | %          |       |              |            |            |       |
|                          | CRECIENTE    |            |       | DECRECIENTE  |            |            |       |
| CLASE VERTICAL           | 3            |            |       | 4            |            |            |       |
|                          | Longitud     | 0,29701534 | mi    | Longitud     | 0,29701534 | mi         |       |
|                          | L. permitida | 0,29701534 | mi    | L. permitida | 0,5        | mi         |       |
| INTENSIDAD DE DEMANDA    |              |            |       |              |            |            |       |
|                          | Reparto      | 60         | %     | Reparto      | 40         | %          |       |
|                          | IH           | 188        | veh/h | IH           | 126        | veh/h      |       |
|                          | PHF          | 0,95       |       | PHF          | 0,95       |            |       |
|                          | vd           | 198        | veh/h | vi           | 133        | veh/h      |       |
|                          | vo           | 133        | veh/h | vo           | 198        | veh/h      |       |
| VELOCIDAD EN FLUJO LIBRE |              |            |       |              |            |            |       |
|                          | FFS          | 72,4300186 | mi/h  | FFS          | 71,6171525 | mi/h       |       |
| VELOCIDAD MEDIA          |              |            |       |              |            |            |       |
|                          | vo           | 1500       | veh/h | vo           | 1500       | veh/h      |       |
|                          | b0           | 9,3079     |       | b0           | 9,0115     |            |       |
|                          | b1           | -0,1706    |       | b1           | -0,1994    |            |       |
|                          | b2           | 1,1292     |       | b2           | 1,8252     |            |       |
|                          | b3           | 6,44141073 |       | b3           | 6,5102157  |            |       |
|                          | b4           | 2,42771954 |       | b4           | 4,16714156 |            |       |
|                          | b5           | 3,1155     |       | b5           | 3,2685     |            |       |
|                          | d0           | -3,555     |       | d0           | -5,7775    |            |       |
|                          | d1           | 0          |       | d1           | 0          |            |       |
|                          | d2           | 0,0826     |       | d2           | 0,1373     |            |       |
|                          | d3           | 0          |       | d3           | 0          |            |       |
|                          | f0           | 0,17291    |       | f0           | 0,67689    |            |       |
|                          | f1           | 0,00917    |       | f1           | 0,00534    |            |       |
|                          | f2           | 0,05698    |       | f2           | -0,13037   |            |       |
|                          | f3           | 0,27734    |       | f3           | 0,25699    |            |       |
|                          | f4           | -0.61893   |       | f4           | -0.68465   |            |       |

| f5                 | -0,00918        | f5      | -0,00709        |
|--------------------|-----------------|---------|-----------------|
| f6                 | 0,09184         | f6      | 0,07087         |
| f8                 | 0,41622         | f8      | 0,3395          |
| m                  | 16,2900208      | m       | 26,3643541      |
| p                  | 0,68139918      | p       | 0,67178903      |
| S                  | 69,0838801 mi/h | S       | 68,9516993 mi/h |
| PORCENTAJE EN COLA |                 |         |                 |
| vo                 | 1500 veh/h      | vo      | 1500 veh/h      |
| b0                 | 113,20439       | b0      | 58,29978        |
| b1                 | 10,01778        | b1      | -0,53611        |
| b2                 | -18,9           | b2      | 7,35076         |
| b3                 | 0,46542         | b3      | -0,27046        |
| b4                 | -6,75338        | b4      | 4,4985          |
| b5                 | -0,03           | b5      | -0,011          |
| b6                 | -0,058          | b6      | -0,02968        |
| b7                 | 10,03239        | b7      | 8,8968          |
| c0                 | 125,4           | c0      | 103,13534       |
| c1                 | 19,5            | c1      | 14,68459        |
| c2                 | -34,9           | c2      | -23,72704       |
| c3                 | 0,90672         | c3      | 0,66444         |
| c4                 | -16,1           | c4      | -11,95763       |
| c5                 | -0,11           | c5      | -0,1            |
| c6                 | -0,062          | c6      | 0,00172         |
| c7                 | 14,71136        | c7      | 14,70067        |
| PFcap              | 87,92156        | PFcap   | 89,5718058      |
| PF25cap            | 51,4515993      | PF25cap | 57,68599        |
| m                  | -1,40026679     | m       | -1,5586707      |
| p                  | 0,77448274      | p       | 0,69557583      |
| PF                 | 32,9328259      | PF      | 31,8264058      |
| DENSIDAD EN COLA   |                 |         |                 |
| FD                 | 0,8962107       | FD      | 0,58158496      |
| NIVEL DE SERVICIO  |                 |         |                 |
| A                  |                 | A       |                 |

Tabla 2. Herramienta para el cálculo del Nivel de Servicio para la carretera actual. Fuente: Elaboración propia

### 3.4 AÑO DE PUESTA EN SERVICIO

La “Tabla 3” contiene los cálculos para la obtención del Nivel de Servicio para el año de puesta en servicio (2028), y se obtienen unos valores de densidad de cola pertenecientes a una carretera con una calificación de “nivel A”.

| CARRETERA ACTUAL         |              |            |       |              |            |            |       |
|--------------------------|--------------|------------|-------|--------------|------------|------------|-------|
| IMD                      | 3.327        | veh/día    | IMDp  | 198          | vehp/día   | %pendiente | 7,94% |
| %vp                      | 5,95         | %          |       |              |            |            |       |
|                          | CRECIENTE    |            |       | DECRECIENTE  |            |            |       |
| CLASE VERTICAL           | 3            |            |       | 4            |            |            |       |
|                          | Longitud     | 0,29701534 | mi    | Longitud     | 0,29701534 | mi         |       |
|                          | L. permitida | 0,29701534 | mi    | L. permitida | 0,5        | mi         |       |
| INTENSIDAD DE DEMANDA    |              |            |       |              |            |            |       |
|                          | Reparto      | 60         | %     | Reparto      | 40         | %          |       |
|                          | IH           | 199        | veh/h | IH           | 134        | veh/h      |       |
|                          | PHF          | 0,95       |       | PHF          | 0,95       |            |       |
|                          | vd           | 210        | veh/h | vi           | 142        | veh/h      |       |
|                          | vo           | 142        | veh/h | vo           | 210        | veh/h      |       |
| VELOCIDAD EN FLUJO LIBRE |              |            |       |              |            |            |       |
|                          | FFS          | 74,885273  | mi/h  | FFS          | 74,4205766 | mi/h       |       |
| VELOCIDAD MEDIA          |              |            |       |              |            |            |       |
|                          | vo           | 1500       | veh/h | vo           | 1500       | veh/h      |       |
|                          | b0           | 9,3079     |       | b0           | 9,0115     |            |       |
|                          | b1           | -0,1706    |       | b1           | -0,1994    |            |       |
|                          | b2           | 1,1292     |       | b2           | 1,8252     |            |       |
|                          | b3           | 6,44141073 |       | b3           | 6,5102157  |            |       |
|                          | b4           | 2,42771954 |       | b4           | 4,16714156 |            |       |
|                          | b5           | 3,1155     |       | b5           | 3,2685     |            |       |
|                          | d0           | -3,555     |       | d0           | -5,7775    |            |       |
|                          | d1           | 0          |       | d1           | 0          |            |       |
|                          | d2           | 0,0826     |       | d2           | 0,1373     |            |       |
|                          | d3           | 0          |       | d3           | 0          |            |       |
|                          | f0           | 0,17291    |       | f0           | 0,67689    |            |       |
|                          | f1           | 0,00917    |       | f1           | 0,00534    |            |       |
|                          | f2           | 0,05698    |       | f2           | -0,13037   |            |       |
|                          | f3           | 0,27734    |       | f3           | 0,25699    |            |       |
|                          | f4           | -0,61893   |       | f4           | -0,68465   |            |       |
|                          | f5           | -0,00918   |       | f5           | -0,00709   |            |       |
|                          | f6           | 0,09184    |       | f6           | 0,07087    |            |       |
|                          | f8           | 0,41622    |       | f8           | 0,3395     |            |       |

| m                  | 16,2900208             | m         | 26,3643541             |
|--------------------|------------------------|-----------|------------------------|
| p                  | 0,68139918             | p         | 0,67178903             |
| <b>S</b>           | <b>71,4572678 mi/h</b> | <b>S</b>  | <b>71,4352964 mi/h</b> |
| PORCENTAJE EN COLA |                        |           |                        |
| vo                 | 1500 veh/h             | vo        | 1500 veh/h             |
| b0                 | 113,20439              | b0        | 58,29978               |
| b1                 | 10,01778               | b1        | -0,53611               |
| b2                 | -18,9                  | b2        | 7,35076                |
| b3                 | 0,46542                | b3        | -0,27046               |
| b4                 | -6,75338               | b4        | 4,4985                 |
| b5                 | -0,03                  | b5        | -0,011                 |
| b6                 | -0,058                 | b6        | -0,02968               |
| b7                 | 10,03239               | b7        | 8,8968                 |
| c0                 | 125,4                  | c0        | 103,13534              |
| c1                 | 19,5                   | c1        | 14,68459               |
| c2                 | -34,9                  | c2        | -23,72704              |
| c3                 | 0,90672                | c3        | 0,66444                |
| c4                 | -16,1                  | c4        | -11,95763              |
| c5                 | -0,11                  | c5        | -0,1                   |
| c6                 | -0,062                 | c6        | 0,00172                |
| c7                 | 14,71136               | c7        | 14,70067               |
| PFcap              | 87,92156               | PFcap     | 89,5718058             |
| PF25cap            | 51,4515993             | PF25cap   | 57,68599               |
| m                  | -1,40026679            | m         | -1,5586707             |
| p                  | 0,77448274             | p         | 0,69557583             |
| <b>PF</b>          | <b>34,1704341</b>      | <b>PF</b> | <b>33,0326605</b>      |
| DENSIDAD EN COLA   |                        |           |                        |
| FD                 | 0,95160599             | FD        | 0,61963437             |
| NIVEL DE SERVICIO  |                        |           |                        |
| <b>A</b>           |                        | <b>A</b>  |                        |

Tabla 3. Herramienta para el cálculo del Nivel de Servicio para el año de puesta en servicio. Fuente:  
Elaboración propia

### 3.5 AÑO HORIZONTE

Para el año horizonte (2048) el Nivel de Servicio también obtiene una calificación de “nivel A”. Se puede observar como la diferencia de la densidad en cola entre el año de puesta en servicio y el año horizonte es significativa, sin suponer un problema para el tráfico de la carretera CV-585, siendo un trazado con una alta calidad de servicio y con un tráfico que fluye libremente sin apenas restricciones de velocidad o maniobra.





ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPIÑS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA  
ANEJO Nº7. ESTUDIO DEL TRÁFICO



| CARRETERA ACTUAL         |              |            |       |              |            |            |       |
|--------------------------|--------------|------------|-------|--------------|------------|------------|-------|
| IMD                      | 4.428        | veh/día    | IMDp  | 264          | vehp/día   | %pendiente | 7,94% |
| %vp                      | 5,95         | %          |       |              |            |            |       |
|                          | CRECIENTE    |            |       | DECRECIENTE  |            |            |       |
| CLASE VERTICAL           | 3            |            |       | 4            |            |            |       |
|                          | Longitud     | 0,29701534 | mi    | Longitud     | 0,29701534 | mi         |       |
|                          | L. permitida | 0,29701534 | mi    | L. permitida | 0,5        | mi         |       |
| INTENSIDAD DE DEMANDA    |              |            |       |              |            |            |       |
|                          | Reparto      | 60         | %     | Reparto      | 40         | %          |       |
|                          | IH           | 265        | veh/h | IH           | 178        | veh/h      |       |
|                          | PHF          | 0,95       |       | PHF          | 0,95       |            |       |
|                          | vd           | 279        | veh/h | vi           | 188        | veh/h      |       |
|                          | vo           | 188        | veh/h | vo           | 279        | veh/h      |       |
| VELOCIDAD EN FLUJO LIBRE |              |            |       |              |            |            |       |
|                          | FFS          | 74,885273  | mi/h  | FFS          | 74,4205766 | mi/h       |       |
| VELOCIDAD MEDIA          |              |            |       |              |            |            |       |
|                          | vo           | 1500       | veh/h | vo           | 1500       | veh/h      |       |
|                          | b0           | 9,3079     |       | b0           | 9,0115     |            |       |
|                          | b1           | -0,1706    |       | b1           | -0,1994    |            |       |
|                          | b2           | 1,1292     |       | b2           | 1,8252     |            |       |
|                          | b3           | 6,44141073 |       | b3           | 6,5102157  |            |       |
|                          | b4           | 2,42771954 |       | b4           | 4,16714156 |            |       |
|                          | b5           | 3,1155     |       | b5           | 3,2685     |            |       |
|                          | d0           | -3,555     |       | d0           | -5,7775    |            |       |
|                          | d1           | 0          |       | d1           | 0          |            |       |
|                          | d2           | 0,0826     |       | d2           | 0,1373     |            |       |
|                          | d3           | 0          |       | d3           | 0          |            |       |
|                          | f0           | 0,17291    |       | f0           | 0,67689    |            |       |
|                          | f1           | 0,00917    |       | f1           | 0,00534    |            |       |
|                          | f2           | 0,05698    |       | f2           | -0,13037   |            |       |
|                          | f3           | 0,27734    |       | f3           | 0,25699    |            |       |
|                          | f4           | -0,61893   |       | f4           | -0,68465   |            |       |
|                          | f5           | -0,00918   |       | f5           | -0,00709   |            |       |
|                          | f6           | 0,09184    |       | f6           | 0,07087    |            |       |
|                          | f8           | 0,41622    |       | f8           | 0,3395     |            |       |
|                          | m            | 16,2900208 |       | m            | 26,3643541 |            |       |
|                          | p            | 0,68139918 |       | p            | 0,67178903 |            |       |
|                          | S            | 70,0558935 | mi/h  | S            | 69,4592809 | mi/h       |       |
| PORCENTAJE EN COLA       |              |            |       |              |            |            |       |

| vo                | 1500 veh/h  | vo      | 1500 veh/h |
|-------------------|-------------|---------|------------|
| b0                | 113,20439   | b0      | 58,29978   |
| b1                | 10,01778    | b1      | -0,53611   |
| b2                | -18,9       | b2      | 7,35076    |
| b3                | 0,46542     | b3      | -0,27046   |
| b4                | -6,75338    | b4      | 4,4985     |
| b5                | -0,03       | b5      | -0,011     |
| b6                | -0,058      | b6      | -0,02968   |
| b7                | 10,03239    | b7      | 8,8968     |
| c0                | 125,4       | c0      | 103,13534  |
| c1                | 19,5        | c1      | 14,68459   |
| c2                | -34,9       | c2      | -23,72704  |
| c3                | 0,90672     | c3      | 0,66444    |
| c4                | -16,1       | c4      | -11,95763  |
| c5                | -0,11       | c5      | -0,1       |
| c6                | -0,062      | c6      | 0,00172    |
| c7                | 14,71136    | c7      | 14,70067   |
| PFcap             | 87,92156    | PFcap   | 89,5718058 |
| PF25cap           | 51,4515993  | PF25cap | 57,68599   |
| m                 | -1,40026679 | m       | -1,5586707 |
| p                 | 0,77448274  | p       | 0,69557583 |
| PF                | 40,6075876  | PF      | 38,5772219 |
| DENSIDAD EN COLA  |             |         |            |
| FD                | 1,53606073  | FD      | 0,98860014 |
| NIVEL DE SERVICIO | A           |         |            |

Tabla 4. Herramienta para el cálculo del Nivel de Servicio para el año horizonte. Fuente: Elaboración propia



## ANEJO Nº8: FIRMES Y PAVIMENTOS

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026



## ÍNDICE

|                                             |          |
|---------------------------------------------|----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                | <b>1</b> |
| <b>2. CATEGORÍA DEL TRÁFICO .....</b>       | <b>1</b> |
| <b>3. EXPLANADA.....</b>                    | <b>1</b> |
| <b>4. ESTUDIO DEL FIRME .....</b>           | <b>2</b> |
| 4.1 ZAHORRA ARTIFICIAL O SUELO-CEMENTO..... | 3        |
| 4.2 MEZCLA BITUMINOSA .....                 | 3        |
| 4.3 CAPA DE RODADURA .....                  | 6        |
| 4.4 CAPA INTERMEDIA .....                   | 6        |
| 4.5 CAPA BASE.....                          | 6        |
| <b>5. ARCÉN.....</b>                        | <b>7</b> |
| <b>6. RIEGO .....</b>                       | <b>7</b> |
| <b>7. DETALLE DEL FIRME .....</b>           | <b>8</b> |





Tampoco se dispone de un ensayo de carga con placa para determinar la categoría de la explanada, a pesar de ser descartada la categoría E3 por la necesidad de disponer un suelo S-EST3.

Si bien es cierto que las dos opciones disponibles de la categoría E1 requieren un espesor menor de suelo seleccionado o adecuado, lo que supone un coste total menor, debido al tránsito constante de vehículos pesados por la carretera se procede a seleccionar la categoría de explanada E2, para mantenerse del lado de la seguridad.

Las 2 opciones disponibles son válidas para la ejecución de la explanada. Por ello, se procede a realizar una valoración económica según los precios establecidos en la Orden Circular de Procedimientos para la justificación de precios en la Dirección General de Carreteras y Base de apoyo (2023).

| Unidad | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Precio unitario (€) |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| m3     | Suelo adecuado procedente de yacimiento granular o cantera para formación de explanada en coronación de terraplén y en fondo de desmonte i/canon de préstamo, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 5 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación y refino de taludes.     | 8,56                |
| m3     | Suelo seleccionado procedente de yacimiento granular o cantera para formación de explanada en coronación de terraplén y en fondo de desmonte i/canon de préstamo, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 5 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación y refino de taludes. | 9,22                |

Tabla 1. Precio de suelo procedente de cantera. Fuente: DGC + Elaboración propia

Se establecen los precios unitarios de suelos provenientes de cantera. No obstante, en el momento de llevarse a cabo la obra, se buscarían tierras de préstamo provenientes de otras obras para reducir los costes de ejecución que se recogen en el Anejo nº10 de Valoración económica.

Se procede a realizar el cálculo del precio de cada tipo de explanada, siendo elegida la más barata entre las dos opciones existentes. El precio final es producto del precio unitario de cada tipo de suelo por el espesor correspondiente.

| Suelo | Explanada (espesor en cm) |    |
|-------|---------------------------|----|
|       | 2                         | 1  |
|       | 75                        | 50 |
|       | 0                         | 0  |

|                        |      |      |
|------------------------|------|------|
| Suelo adecuado (1)     | -    | 50   |
| Suelo seleccionado (2) | 75   | 40   |
| Total (€)              | 6,92 | 7,97 |

Tabla 2. Precio de las explanadas. Fuente: Elaboración propia

Así pues, la configuración de la explanada a utilizar estará compuesta por una capa de 75 cm de suelo seleccionado, según la Norma 6.1-IC.

#### 4. ESTUDIO DEL FIRME

Una vez determinados los materiales de la explanada y su categoría E2, se procede a realizar el análisis del firme a disponer. Este dependerá de la categoría de la explanada, así como de la categoría del tráfico.

Como se puede observar en el segundo apartado del presente anejo, con una Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el sentido de mayor demanda de 119 vehp/día, y según la Norma 6.1-IC, la categoría de tráfico perteneciente a la carretera CV-585 es una T31.

|                        |    | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO |                        |                        |                        |                        |                        |                                      |                       |                        |                                     |                       |                        |
|------------------------|----|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|
|                        |    | T31                         |                        |                        | T32                    |                        |                        | T41                                  |                       |                        | T42                                 |                       |                        |
| CATEGORÍA DE EXPLANADA | E1 | 3111<br>MB 20<br>ZA 40      | 3112<br>MB 15<br>SC 30 | 3114<br>HF 21<br>ZA 30 | 3211<br>MB 18<br>ZA 40 | 3212<br>MB 12<br>SC 30 | 3214<br>HF 21<br>ZA 20 | 4111<br>MB 10 <sup>13</sup><br>ZA 40 | 4112<br>MB 8<br>SC 30 | 4114<br>HF 20<br>ZA 20 | 4211<br>MB 5 <sup>13</sup><br>ZA 35 | 4212<br>MB 5<br>SC 25 | 4214<br>HF 18<br>ZA 20 |
|                        | E2 | 3121<br>MB 16<br>ZA 40      | 3122<br>MB 12<br>SC 30 | 3124<br>HF 21<br>ZA 25 | 3221<br>MB 15<br>ZA 35 | 3222<br>MB 10<br>SC 30 | 3224<br>HF 21<br>ZA 20 | 4121<br>MB 10 <sup>13</sup><br>ZA 30 | 4122<br>MB 8<br>SC 25 | 4124<br>HF 20          | 4221<br>MB 5 <sup>13</sup><br>ZA 25 | 4222<br>MB 5<br>SC 22 | 4224<br>HF 18          |
|                        | E3 | 3131<br>MB 16<br>ZA 25      | 3132<br>MB 12<br>SC 22 | 3134<br>HF 21<br>ZA 20 | 3231<br>MB 15<br>ZA 20 | 3232<br>MB 10<br>SC 22 | 3234<br>HF 21          | 4131<br>MB 10 <sup>13</sup><br>ZA 20 | 4132<br>MB 8<br>SC 20 | 4134<br>HF 20          | 4231<br>MB 5 <sup>13</sup><br>ZA 20 | 4232<br>MB 5<br>SC 20 | 4234<br>HF 18          |

Figura 3. Catálogo de secciones de firme en función de la categoría de explanada. Fuente: Norma 6.1-IC. Secciones de firmes.

Se descarta la sección de firme 3124 al ser considerada menos adecuada por el poco uso de secciones rígidas de hormigón en España, además de producir una mayor incomodidad en los usuarios y el desgaste de los neumáticos.

Para la elección entre las dos opciones restantes (3121 o 3122) se lleva a cabo una valoración económica.

#### 4.1 ZAHORRA ARTIFICIAL O SUELO-CEMENTO

Para la ejecución del análisis económico se hace uso de los precios estipulados en la Orden Circular: Procedimiento para la justificación de precios en la Dirección General de Carreteras y Base de precios de apoyo (2023).

| Unidad | Descripción                                                                                                                                                                                                                   | Precio unitario (€) |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| m3     | Zahorra i/transporte, extensión y compactación, medida sobre perfil teórico                                                                                                                                                   | 26,78               |
| m3     | Suelo-cemento fabricado en central i/transporte, extendido, compactación, pre-fisuración y preparación de la superficie de asiento, sin incluir cemento ni riego de curado. Empleando material granular procedente de cantera | 28,08               |

Tabla 3. Precio de zahorra y suelo-cemento. Fuente: DGC + Elaboración propia

Se procede a realizar el cálculo del precio de las capas inferiores de la sección de firme, como producto del precio unitario de cada material por el espesor de la capa.

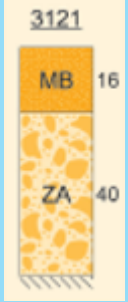
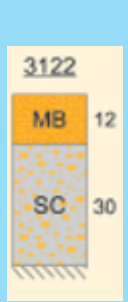
|                     | Sección de firme (espesor en cm)                                                    |                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | 3121                                                                                | 3122                                                                                  |
| Suelo               |  |  |
| Zahorra (ZA)        | 40                                                                                  | -                                                                                     |
| Suelo- cemento (SC) | -                                                                                   | 30                                                                                    |
| Total (€)           | 10,71                                                                               | 8,42                                                                                  |

Tabla 4. Precio de la segunda capa de las secciones de firme. Fuente: Elaboración propia

Aunque desde el punto de vista económico y por motivos de durabilidad o menor mantenimiento a largo plazo, la capa base compuesta por 30 cm de suelo-cemento (SC) sería la opción más adecuada, el hecho de que los arcenes se ejecuten con zahorra artificial (ZA) hace más conveniente emplear un único tipo de material. Esto permite reducir costes asociados como el transporte, además de requerir el suelo-cemento (SC) una prefisuración según la Norma 6.1-IC, aumentando su coste. Por ello, se decide adoptar una capa base formada por 16 cm de mezcla bituminosa (MB) y 40 cm de zahorra artificial.

#### 4.2 MEZCLA BITUMINOSA

A continuación, se determinará la composición de la mezcla bituminosa a disponer sobre la capa de zahorra artificial.

Con una categoría de tráfico T31, los espesores de las capas de la mezcla bituminosa vendrán dadas por la siguiente tabla perteneciente a la Norma 6.1-IC:

| TIPO DE CAPA | TIPO DE MEZCLA <sup>1</sup>   | TIPO SEGÚN TASA DE ASFALTO RECUPERADO <sup>4</sup> | TAMAÑO NOMINAL | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO |          |                |
|--------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------|----------------|
|              |                               |                                                    |                | T1 y superior               | T2 y T31 | T32 e inferior |
| Rodadura     | AC tipos D y S                | 0 y 1                                              | 16             |                             | 4-5      |                |
|              |                               |                                                    | 22             |                             | 5-6      |                |
|              | BBTM <sup>2</sup> tipos A y B | 0                                                  | 8              | 2                           |          |                |
|              |                               |                                                    | 11             | 3                           |          |                |
|              | PA <sup>2</sup>               | 0                                                  | 11             | 4                           |          |                |
|              | SMA                           | 0                                                  | 8              | 2-3                         |          |                |
|              |                               |                                                    | 11             | 3-5                         |          |                |
|              | AUTL <sup>2</sup>             | Ninguno                                            | 5              | 1-1,5                       |          |                |
|              |                               |                                                    | 8              | 1,5-2                       |          |                |
| 11           |                               |                                                    |                | 2                           |          |                |
| Intermedia   | AC tipos D y S                | Todos                                              | 22             | 5-10 <sup>3</sup>           |          |                |
|              | MAM                           | 0 y 1                                              | 22             | 6-10                        |          |                |
|              | SMA                           | 0                                                  | 16             | 5-9                         |          |                |
| Base         | AC, tipo S                    | Todos                                              | 22             | 7-10                        |          |                |
|              |                               |                                                    | 32             | 10-13                       |          |                |
|              | MAM                           | 0 y 1                                              | 22             | 7-13                        | 7-13     |                |

Figura 4. Espesores de capa de mezclas bituminosas en caliente o semicaliente. Fuente: Tabla 6. Actualización Norma 6.1-IC. Secciones de firmes.



Para la elección del ligante bituminoso, así como para la relación entre su dosificación en masa y la del polvo mineral, se tendrá en cuenta la zona térmica estival, diferenciada entre zonas cálidas, medias o templadas.

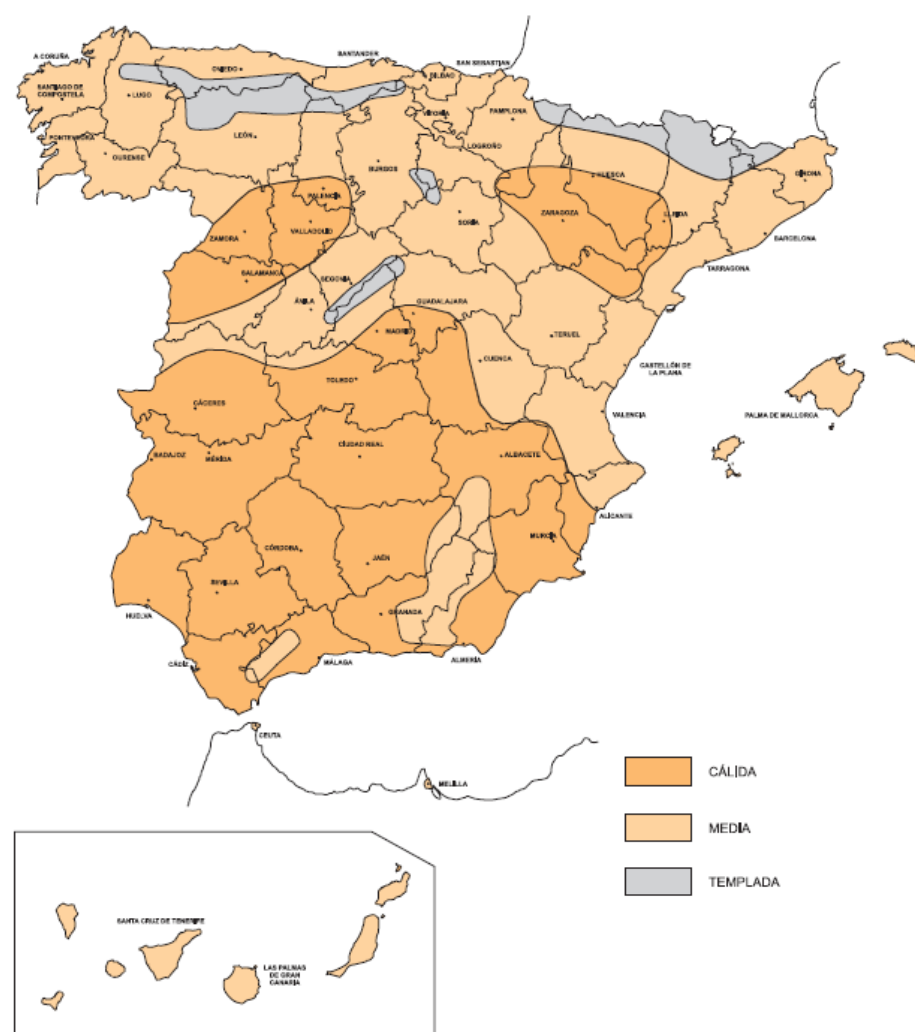


Figura 5. Zona térmica estival. Fuente: Figura 3. Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

En el caso de la carretera CV-585 se encuentra al este del país, en la provincia de Valencia, y pertenece a la zona térmica estival media.

Según la Norma 6.1-IC, las mezclas drenantes (PA) sólo podrán aplicarse en carreteras sin problemas de nieve o de formación de hielo, con una IMD superior a 5.000 veh/día y con un régimen de lluvias razonablemente constante para facilitar su limpieza.

La Intensidad Media Diaria de la carretera es de 3.142 vehículos al día, valor inferior al mínimo exigido. Además, según se puede observar en la “Figura 6”, la precipitación media anual en la zona de estudio comprende entre los 400 y 500 mm. Para ser considerada una zona lluviosa, la precipitación media anual debe ser superior a 600 mm, por lo que tampoco cumple esta condición.

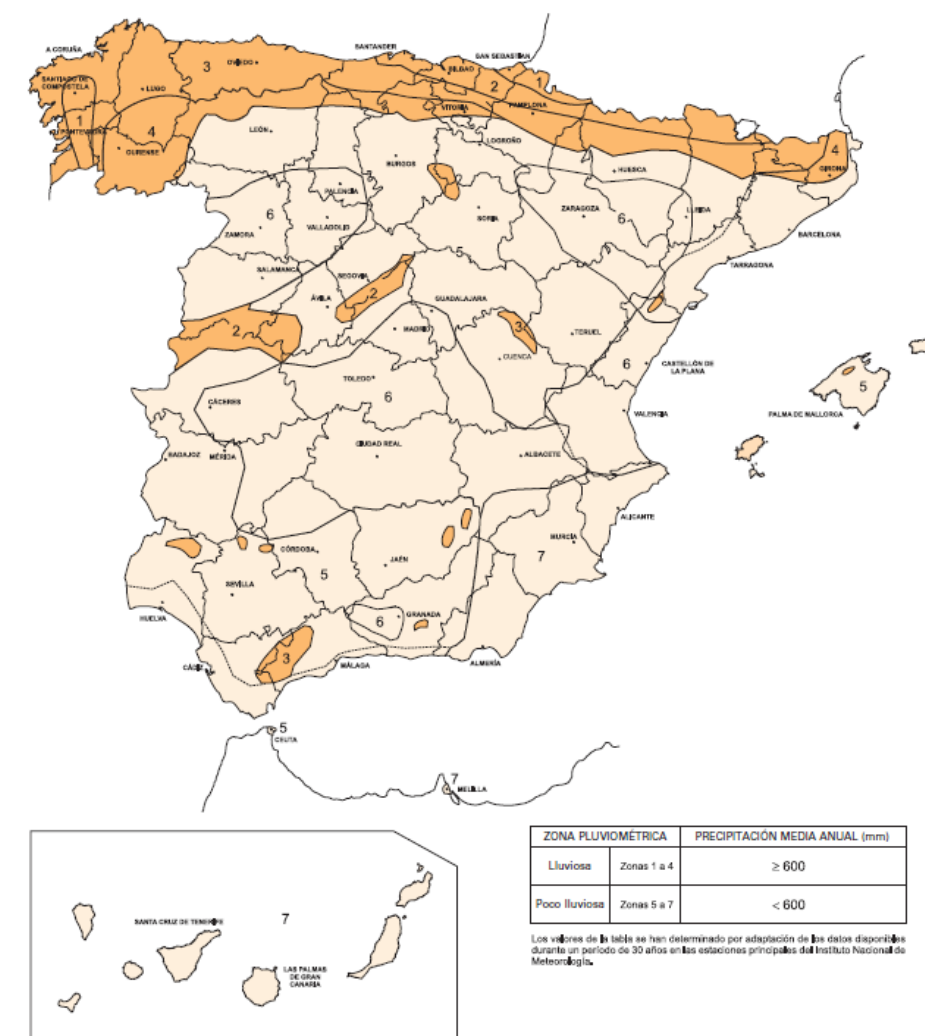


Figura 6. Zonas pluviométricas. Fuente: Figura 4. Norma 6.1-IC. Secciones de firme

Se puede descartar la mezcla drenante (PA) como posible compuesto de la capa de rodadura.

Para las mezclas de alto módulo (MAM) se requiere una categoría de explanada E3 o E2 y un espesor total de la mezcla bituminosa igual o superior a 20 cm. Con un espesor

máximo requerido de 16 cm para la sección de firme 3121, se descarta este tipo de mezcla como compuesto para la capa base y la capa intermedia.

Para la determinación de la composición de la sección del firme se estudian las distintas composiciones de capas posibles, descartando algunas unidades de obra equivalentes a otras que suponen un mayor coste o imposibilitan la disposición de la mezcla bituminosa de 16 cm según las condiciones de la Norma 6.1-IC de Secciones de firme.

En primer lugar, se descartan las mezclas bituminosas tipo AUTL y SMA, debido a la diferencia de coste con respecto a las otras mezclas bituminosas AC o BBTM.

Con una capa base compuesta por una AC 32 S y espesor mínimo de 10 cm, habría que prescindir de la capa intermedia. Por tanto, también se descarta esta opción de mezcla bituminosa.

Del mismo modo, tampoco se puede disponer una capa de rodadura AC 22 SURF (S o D), al superar en espesor a la capa intermedia en la composición del firme.

Los tipos de mezcla bituminosa posibles para el dimensionamiento del firme, con los precios unitarios estipulados por la Orden Circular: Procedimiento para la justificación de precios en la Dirección General de Carreteras y Base de precios de apoyo (2023), vienen recogidos en la siguiente tabla:

| Unidad | Descripción                                                                                                                                                   | Precio unitario (€) |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| t      | Mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 SURF D, excepto betún y polvo mineral, totalmente extendida y compactada.                                             | 30,41               |
| m2     | Mezcla bituminosa en caliente tipo BBTM 8A en capa de rodadura, extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación, con un espesor de 2 cm.  | 1,66                |
| m2     | Mezcla bituminosa en caliente tipo BBTM 11A en capa de rodadura, extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación, con un espesor de 3 cm. | 2,58                |
| t      | Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN S, extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.                                           | 29,35               |
| t      | Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BASE G, extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.                                          | 29,37               |

Tabla 5. Precio de las mezclas bituminosas. Fuente: DGC + Elaboración propia

Las alternativas posibles, maximizando los espesores de las unidades de obra más económicas y cumpliendo con los espesores establecidos en la Tabla 6 de la Actualización de la Norma 6.1-IC de Secciones de firmes, son las siguientes:

- *Alternativa 1:*

2 cm de mezcla bituminosas en caliente tipo BBTM 8A en capa de rodadura + 6 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN S, en capa intermedia + 8 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BASE G en capa base

- *Alternativa 2:*

3 cm de mezcla bituminosas en caliente tipo BBTM 11A en capa de rodadura + 6 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN S, en capa intermedia + 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BASE G en capa base

- *Alternativa 3:*

4 cm de mezcla bituminosas en caliente tipo AC16 SURF D en capa de rodadura + 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN S, en capa intermedia + 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BASE G en capa base

A continuación, se realiza una valoración económica para determinar la mezcla bituminosa del firme, y para ello se tienen en cuenta las densidades de las mezclas para tenerlas todas en las mismas unidades.

La densidad de las mezclas AC22 es de 2,45 t/m<sup>3</sup>, mientras que la densidad de la mezcla AC16 es de 2,42 t/m<sup>3</sup>.

| Firme        | Medición       |             |                |             |                |         |
|--------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|---------|
|              | Alternativa 1  |             | Alternativa 2  |             | Alternativa 3  |         |
| AC16 SURF D  | -              | -           | -              | -           | 4 cm           | 73,59 € |
| BBTM 8A      | 2 cm           | 1,66 (2 cm) | -              | -           | -              | -       |
| BBTM 11A     | -              | -           | 3 cm           | 2,58 (3 cm) | -              | -       |
| AC22 BIN S   | 6 cm           | 71,91 €     | 6 cm           | 71,91 €     | 5 cm           | 71,91 € |
| AC22 BASE G  | 8 cm           | 71,97 €     | 7 cm           | 71,97 €     | 7 cm           | 71,97 € |
| <b>Total</b> | <b>11,73 €</b> |             | <b>11,93 €</b> |             | <b>11,58 €</b> |         |

Tabla 6. Precios de las alternativas del firme. Fuente: Elaboración propia

Por tanto, se puede comprobar como la alternativa 3 es la más económica. La composición de la mezcla bituminosa del firme será la siguiente:

- Capa de rodadura: 4 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 SURF D
- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN S
- Capa base: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BASE G

### 4.3 CAPA DE RODADURA

Una vez determinada la mezcla bituminosa utilizada para la capa de rodadura, se selecciona el tipo de ligante a emplear.

Para ello, se recurre al apartado 542.2.2 de Ligantes hidrocarbonados del PG3 dónde, según la zona térmica estival y la categoría del tráfico pesado, se establecen los posibles tipos de ligantes a emplear.

| ZONA<br>TÉRMICA<br>ESTIVAL | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO                      |                                                                  |                                                  |                                                      |                            |                            |
|----------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                            | T00                                              | T0                                                               | T1                                               | T2 y T31                                             | T32 y<br>ARCENES           | T4                         |
| CÁLIDA                     | 35/50<br>BC35/50<br>PMB 25/55-65<br>PMB 45/80-65 | 35/50<br>BC35/50<br>PMB 25/55-65<br>PMB 45/80-60<br>PMB 45/80-65 | 35/50<br>BC35/50<br>PMB 45/80-60<br>PMB 45/80-65 | 35/50<br>50/70<br>BC35/50<br>BC50/70<br>PMB 45/80-60 | 50/70<br>BC50/70           | 50/70<br>70/100<br>BC50/70 |
| MEDIA                      | 35/50<br>BC35/50<br>PMB 45/80-60<br>PMB 45/80-65 | 35/50<br>50/70<br>BC35/50<br>BC50/70<br>PMB 45/80-60             | 50/70<br>BC50/70<br>PMB 45/80-60                 | 50/70<br>70/100<br>BC50/70                           | 50/70<br>70/100<br>BC50/70 |                            |
| TEMPLADA                   | 50/70<br>BC50/70<br>PMB 45/80-60<br>PMB 45/80-65 | 50/70<br>70/100<br>BC50/70<br>PMB 45/80-60                       | 50/70<br>70/100<br>BC50/70<br>PMB 45/80-60       |                                                      |                            |                            |

Figura 7. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y siguiente. Fuente: Tabla 542.1.a. PG3

Al presentar la carretera CV-585 una IMD inferior a 5000 veh/día, no se empleará un betún modificado (PMB). El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear será el betún asfáltico B 50/70, al ser el más económico entre las dos opciones posibles.

### 4.4 CAPA INTERMEDIA

En esta capa se realiza la selección del ligante hidrocarbono con respecto a la misma tabla que la capa de rodadura, según el PG3. Las opciones disponibles se pueden observar en la “Figura 7” del subapartado previo.

Con el fin de homogeneizar el comportamiento de ambas mezclas se escoge el mismo betún para las dos, siendo el betún asfáltico B 50/70.

### 4.5 CAPA BASE

Los tipos de ligantes establecidos para la capa base del firme están recogidos en la Tabla 542.1.b del PG3. Se pueden observar en la siguiente figura:

| ZONA<br>TÉRMICA ESTIVAL | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO      |    |                                      |                            |
|-------------------------|----------------------------------|----|--------------------------------------|----------------------------|
|                         | T00                              | T0 | T1                                   | T2 y T3                    |
| CÁLIDA                  | 35/50<br>BC35/50<br>PMB 25/55-65 |    | 35/50<br>50/70<br>BC35/50<br>BC50/70 | 50/70<br>BC50/70           |
| MEDIA                   |                                  |    | 50/70<br>70/100<br>BC50/70           | 50/70<br>70/100<br>BC50/70 |
| TEMPLADA                | 50/70<br>70/100<br>BC50/70       |    |                                      | 70/100                     |

Figura 8. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa base, bajo otras dos. Fuente: Tabla 542.1.b. PG3

Las opciones disponibles de ligantes son las siguientes: B 50/70, B 70/100 y BC 50/70. Bajo el mismo criterio mediante el cual se ha realizado la elección del ligante hidrocarbonado para la capa intermedia, se selecciona el tipo de ligante para la capa base, seleccionando el betún asfáltico B 50/70.



## 5. ARCÉN

La selección del arcén del trazado se realizará en función del apartado 7 de Arcenes de la Norma 6.1-IC de Secciones de firmes.

El pavimento del arcén debe constar de una capa de mezcla bituminosa con el mismo espesor que la capa de rodadura, y debajo del pavimento del arcén se dispondrá zahorra artificial hasta alcanzar la explanada.

Así, el arcén dispondrá de 5 cm de mezcla bituminosa tipo AC16 SURF D sobre una capa de zahorra artificial de 11 cm de espesor.

## 6. RIEGO

Sobre las distintas capas del firme se deberán efectuar los riegos correspondientes según la Norma 6.1-IC de Secciones de firmes.

Los tipos de riego existentes son los siguientes:

### - Riego de imprimación

Aplicado sobre la capa granular que vaya a recibir una capa de mezcla bituminosa o un tratamiento superficial, definido en el artículo 530 del PG3.

Según la “Figura 9” correspondiente a la Tabla 214.1 de Emulsiones catiónicas del artículo 214 del PG3, los posibles riegos de imprimación son C60BF4 IMP o C50BF4 IMP.

### - Riego de adherencia

Aplicado sobre las capas de materiales tratados con cemento y capas de mezcla bituminosa que vayan a recibir una capa de mezcla bituminosa, definido en el artículo 531 del PG3.

Los posibles riegos de adherencia son C60B3 ADH o C60B2 ADH.

### - Riego de curado

Aplicado sobre las capas tratadas sobre conglomerante hidráulico, definido en el artículo 532 del PG3.

Los posibles riegos de curado aplicables al firme son C60B3 CUR o C60B2 CUR.

| DENOMINACIÓN<br>UNE-EN 13808 | APLICACIÓN                               |
|------------------------------|------------------------------------------|
| C60B3 ADH<br>C60B2 ADH       | Riegos de adherencia                     |
| C60B3 TER<br>C60B2 TER       | Riegos de adherencia<br>(termoadherente) |
| C60BF4 IMP<br>C50BF4 IMP     | Riegos de imprimación                    |
| C60B3 CUR<br>C60B2 CUR       | Riegos de curado                         |
| C60B4 MIC<br>C60B5 MIC       | Microaglomerados en frío                 |
| C60B5 REC                    | Reciclados en frío                       |

Figura 9. Emulsiones catiónicas. Fuente: Tabla 214.1. PG3

Una vez definidos los tipos de riego disponibles para aplicar sobre las distintas capas del firme, se determinan los riegos a disponer para el acondicionamiento de la carretera CV-585.

Entre las capas de la mezcla bituminosa se aplicará un riego de adherencia, utilizando la emulsión bituminosa tipo C60 B3 ADH.

Entre la capa de rodadura correspondiente al arcén y su base, la zahorra artificial, se aplicará un riego de imprimación con una emulsión bituminosa tipo C60BF4 IMP.

Por último, entre la capa base y la capa de zahorra, se aplicará el mismo riego de imprimación ya definido, de tipo C60BF4 IMP.

## 7. DETALLE DEL FIRME

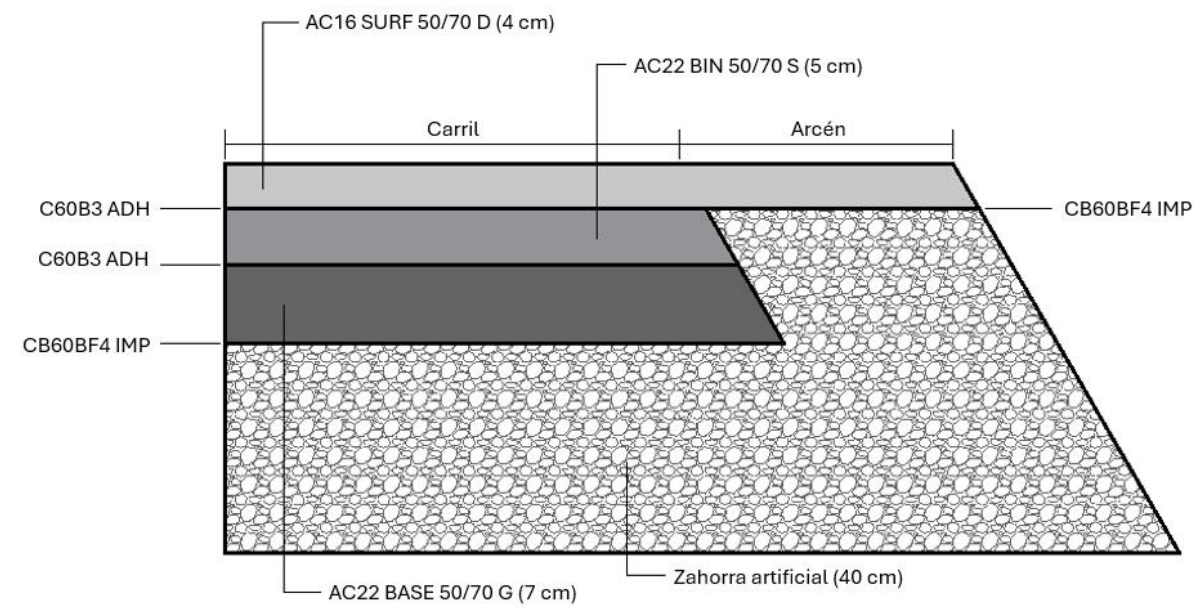


Figura 10. Sección tipo del firme. Fuente: Elaboración propia



## ANEJO Nº9: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026





## ÍNDICE

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                 | <b>1</b>  |
| <b>2. CRITERIOS DE DISEÑO.....</b>           | <b>1</b>  |
| 2.1 TRAZADO EN PLANTA.....                   | 1         |
| 2.2 TRAZADO EN ALZADO .....                  | 2         |
| 2.3 SECCIÓN TRANSVERSAL.....                 | 3         |
| 2.4 CONSISTENCIA.....                        | 4         |
| <b>3. MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>        | <b>4</b>  |
| <b>4. TRAMIFICACIÓN .....</b>                | <b>5</b>  |
| <b>5. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS .....</b> | <b>5</b>  |
| 5.1 ALTERNATIVA 1 .....                      | 5         |
| 5.2 ALTERNATIVA 2.....                       | 7         |
| 5.3 ALTERNATIVA 3.....                       | 9         |
| <b>6. ANÁLISIS MULTICRITERIO .....</b>       | <b>10</b> |
| 6.1 CRITERIOS .....                          | 10        |
| 6.2 NORMALIZACIÓN.....                       | 11        |
| <b>7. CONCLUSIÓN.....</b>                    | <b>13</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es realizar un estudio de las posibles alternativas para el acondicionamiento de la carretera CV-585 y determinar cuál presenta un diseño óptimo, teniendo en cuenta los factores económicos, ambientales, y de seguridad y comodidad. Las alternativas propuestas se realizan según los criterios recogidos en la Norma 3.1-IC de Instrucción de Trazado con respecto al trazado en planta y el trazado en alzado.

Se analizará de manera fundamental la consistencia local de cada propuesta, asegurando que nunca se alcance el criterio de consistencia clasificado como “pobre”, siendo válidos los parámetros considerados como “aceptable” o “bueno”, todo de acuerdo con el Criterio II de Lamm et al (1998).

Para hacer posible el estudio de las alternativas se he recurrido al software “Autodesk Civil 3D”, mediante el cual se han realizado las obras lineales de las distintas alternativas. Además, las características de las alineaciones han sido analizadas a través del software “Perfil V85” proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho.

## 2. CRITERIOS DE DISEÑO

Para la determinación de los criterios de diseño se establecen unos parámetros generales de la carretera. Se trata de una carretera convencional de dos carriles, uno para cada sentido de la circulación. El eje central de la carretera actuará como línea de separación entre ambos carriles, y el análisis de alternativas se realizará en base al eje de cada una de ellas previo a la generación de la obra civil del trazado definitivo.

Una vez determinados los criterios de diseño se podrán obtener los ejes mencionados anteriormente en base a la modificación del eje de la carretera existente, optimizando su trazado y minimizando en lo posible el movimiento de tierras.

La restitución geométrica y el análisis del movimiento de tierras se podrá visualizar mediante el software “Autodesk Civil 3D” sobre la ortofoto generada de la zona.

Las limitaciones para la creación del nuevo trazado vendrán condicionadas por la posible existencia de Zonas de Especial Protección, por lo que será necesario consultar si existe proximidad a alguna de ellas.

Una vez consultadas las posibles áreas de protección mediante el Visor Cartográfico GVA, se determina que la carretera no discurre por zonas protegida ni existen zonas próximas que limiten la creación de trazados alternativos.

Sin embargo, se busca que la nueva carretera tenga la menor afección posible al terreno, además de aprovechar el trazado existente para generar la menor cantidad de movimiento de tierras y minimizar el impacto económico. Este factor se tendrá en cuenta para la elección de la alternativa final.

A pesar de ello, como se ha podido comprobar en el Anejo nº2 de Trazado geométrico actual, la carretera existente cuenta con alineaciones que no cumplen con la normativa de la Instrucción de Carreteras, tanto rectas como curvas. Es por este motivo que no se puede adaptar el nuevo trazado en muchos de los tramos ya que la consecución de alineaciones no cumple los requisitos que se establecerán a continuación.

Para ello, se modificarán los radios de curvatura y la posición de las alineaciones en las transiciones que lo requieran, o se restituirán por completo algunos tramos por la falta de seguridad y confort que pueden generar sobre los usuarios.

No obstante, se trata de una zona montañosa de trazado original sinuoso y con pendientes significativas en buena parte de su recorrido. Estos factores condicionan el cumplimiento riguroso de la normativa. Es por ello por lo que se tolerarán elementos que no cumplan los valores mínimos o máximos establecidos, siempre que la consistencia local sea buena o aceptable según el criterio II de Lamm et al. (1998).

### 2.1 TRAZADO EN PLANTA

Para poder determinar las características geométricas del trazado en condiciones de comodidad y seguridad según la Norma 3.1-IC, será necesario establecer una velocidad de proyecto. En la carretera original se estima una velocidad de proyecto ( $V_p$ ) de 40 km/h debido a las características que presenta. Para las alternativas propuestas y debido a la orografía de la zona, se opta por no modificar este valor.

El primer criterio que se tiene en cuenta son las longitudes máximas y mínimas recomendadas en recta. Son limitadas en mínimos para generar una adaptación suficiente a la conducción y para producir acomodación, y limitadas en máximos para evitar excesos de velocidad que luego puedan producir fallos en la consistencia y para evitar problemas de cansancio.

Con una velocidad de proyecto de 40 km/h, estas longitudes serán:

$$L_{min,s} = 56 \text{ m}$$

$$L_{min,c} = 111 \text{ m}$$

$$L_{max} = 668 \text{ m}$$

El segundo criterio son los radios mínimos y la consecución de radios. Con una velocidad de proyecto de 40 km/h, el radio mínimo asociado es de 50 metros. Todas las curvas deberán ser de radio igual o superior al mínimo.

Cuando dos curvas consecutivas no estén unidas mediante una recta intermedia o dicha recta sea de longitud limitada, es decir, inferior a 30 metros para la velocidad de proyecto de 40 km/h, se cumplirá con la relación de radios de curvas circulares establecidas en la Tabla 4.7 de la Norma 3.1-IC, correspondiente a la “Tabla 1”.

Además, se tendrá en cuenta que, si dos alineaciones curvas consecutivas incluyen una recta intermedia de longitud superior a la longitud limitada, el radio de la curva de salida en el sentido de la marcha será mayor o igual que el doble del radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto de 40 km/h, al pertenecer a las carreteras del Grupo 3. Es decir, la curva de salida será de radio superior o igual a 100 metros.

| R<br>(m)    | R'<br>(m)                                                                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 50 – 450    | $\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$      |
| 450 – 700   | $\frac{40}{135} \cdot R + 166,7 \leq R' < \frac{110}{25} \cdot R - 1\,280$ |
| 700 – 1 800 | $R' \geq \frac{40}{135} \cdot R + 166,7$                                   |
| > 1 800     | $R' \geq 700$                                                              |

Tabla 1. Relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud limitada. Fuente: Tabla 4.7. Norma 3.1-IC

El tercer criterio está basado en los parámetros y las longitudes de las clotoides. Deberán utilizarse cuando se dispongan curvas circulares de radios menores a 2500 metros. En la CV-585 no se disponen ni se dispondrán curvas de tal envergadura, siendo necesaria la utilización de clotoides antes y después de la curva circular.

En el apartado 4.4.3 sobre parámetros y longitud mínimos de la Norma 3.1-IC, se encuentran las ecuaciones para la obtención de los parámetros.

## 2.2 TRAZADO EN ALZADO

El trazado en alzado corresponde a la combinación de las rasantes con las curvas de acuerdo vertical o parábolas, referido con respecto al eje central de la vía.

En la inclinación de la rasante se establecen unos valores máximos y mínimos que garanticen la comodidad y la seguridad de los usuarios. Para una velocidad de proyecto de 40 km/h se establece una inclinación máxima del 7%, y en ocasiones excepcionales podrá alcanzar un valor del 10% de inclinación. La inclinación mínima no deberá exceder el valor de 0,5%, y excepcionalmente de 0,2%. Este último criterio no será problema en la CV-585, al transcurrir por una zona montañosa con apenas tramos cercanos a la llanura.

El apartado 5.3.2 de la Norma 3.1-IC establece los parámetros mínimos de las curvas de acuerdo vertical mediante ecuaciones, según se trate de un acuerdo cóncavo o convexo. En la Tabla 5.3 de la Norma 3.1-IC, correspondiente a la “Tabla 2”, se relacionan los valores del parámetro con las visibilidades de parada y de adelantamiento.



| GRUPO | VELOCIDAD DE PROYECTO<br>(V <sub>p</sub> )<br>(km/h) | ACUERDOS CONVEXOS            |                                      | ACUERDOS CÓNCAVOS            |                                      |
|-------|------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
|       |                                                      | K <sub>v</sub> (m)<br>PARADA | K <sub>v</sub> (m)<br>ADELANTAMIENTO | K <sub>v</sub> (m)<br>PARADA | K <sub>v</sub> (m)<br>ADELANTAMIENTO |
| 1     | 140                                                  | 22 000                       | --                                   | 10 300                       | --                                   |
|       | 130                                                  | 16 000                       | --                                   | 8 600                        | --                                   |
| 2     | 120                                                  | 11 000                       | --                                   | 7 100                        | --                                   |
|       | 110                                                  | 7 600                        | --                                   | 5 900                        | --                                   |
|       | 100                                                  | 5 200                        | 7 100                                | 4 800                        | 7 800                                |
|       | 90                                                   | 3 500                        | 4 800                                | 3 800                        | 6 500                                |
|       | 80                                                   | 2 300                        | 3 100                                | 3 000                        | 5 400                                |
| 3     | 90                                                   | 3 500                        | 4 800                                | 3 800                        | 6 500                                |
|       | 80                                                   | 2 300                        | 3 100                                | 3 000                        | 5 400                                |
|       | 70                                                   | 1 400                        | 2 000                                | 2 300                        | 4 400                                |
|       | 60                                                   | 800                          | 1 200                                | 1 650                        | 3 600                                |
|       | 50                                                   | 450                          | 650                                  | 1 160                        | 3 000                                |
|       | 40                                                   | 250                          | 300                                  | 760                          | 2 400                                |

Tabla 2. Parámetros mínimos de los acuerdos verticales para disponer de visibilidad de parada de cualquier clase de carretera y de visibilidad de adelantamiento en carreteras convencionales. Fuente: Tabla 5.3. Norma 3.1-IC

## 2.3 SECCIÓN TRANSVERSAL

La carretera convencional de dos carriles de circulación, uno en cada sentido de la marcha, tratará de cumplir con las dimensiones de sección transversal recogidas en la Tabla 7.1 de la Norma 3.1-IC correspondiente a la "Tabla 3". En ella se define el ancho mínimo de los carriles, arcenes y bermas de la carretera.

Con una velocidad de proyecto de 40 km/h, el ancho de los carriles deberá estar entre 3,00-3,50 metros, mientras que el ancho de los arcenes se comprenderá entre 0,50-1,00 metros. La berma tendrá un ancho de 0,50 metros.

| CLASE DE CARRETERA                                               | VELOCIDAD DE PROYECTO (v <sub>p</sub> ) (km/h) | ANCHO (m)   |                      |                    |                 | NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|----------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                                  |                                                | CARRILES    | ARCENES              |                    | BERMAS (MÍNIMO) |                                                                   |
|                                                                  |                                                |             | INTERIOR / IZQUIERDO | EXTERIOR / DERECHO |                 |                                                                   |
| Autopista y autovía                                              | 140, 130 y 120                                 | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | C                                                                 |
|                                                                  | 110 y 100                                      | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,00                 | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
| Carretera multicarril                                            | 100                                            | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,00                 | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 0,50 / 1,00          | 1,50 / 2,50        | 1,00            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,25 a 3,50 | 0,50 / 1,00          | 1,00 / 1,50        | 0,50            | E                                                                 |
| Carretera convencional                                           | 100                                            | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 1,00 / 1,50          |                    | 0,75            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,00 a 3,50 | 0,50 / 1,00          |                    | 0,50            | E                                                                 |
| Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único | 100                                            | 3,50        | 1,50                 | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,50        | 0,50 / 1,00          | 1,50 / 2,50        | 1,00            | E                                                                 |
| Ramal de enlace de doble sentido                                 | 100                                            | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 90 y 80                                        | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,50        | 1,50 / 2,50          |                    | 1,00            | E                                                                 |
| Vía de servicio de sentido único                                 | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,00                 | 1,50               | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 1,00                 | 1,00 / 1,50        | 0,75            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,00 a 3,50 | 0,50 / 1,00          | 1,00               | 0,50            | E                                                                 |
| Vía de servicio de doble sentido                                 | 90 y 80                                        | 3,50        | 1,50                 |                    | 1,00            | D                                                                 |
|                                                                  | 70 y 60                                        | 3,50        | 1,00 / 1,50          |                    | 0,75            | E                                                                 |
|                                                                  | 50 y 40                                        | 3,00 a 3,50 | 0,50 / 1,00          |                    | 0,50            | E                                                                 |

Tabla 3. Dimensiones de la sección transversal. Fuente: Tabla 7.1. Norma 3.1-IC

Debido a la orografía con relieve accidentado y según la Norma 3.1-IC, de forma justificada se podrá suprimir o reducir la berma garantizando siempre un ancho que permita la implantación de la señalización vertical.

Por ello, se propone la implantación de un carril de 3,50 metros de ancho y un arcén de 1 metro por cada sentido de la circulación, puesto que da continuidad a la calzada y presenta unas capacidades de carga superiores a una berma.

Por tanto, las dimensiones de la calzada serán similares a las existentes, pero con un paquete de firmes distinto, como se define en el Anejo nº8 de Firmes y Pavimentos.

## 2.4 CONSISTENCIA

La consistencia en una carretera permite a los conductores encontrar a partir de sus expectativas lo que ellos esperan, a través de elementos geométricos sucesivos y coordinados permiten una conducción sin sorpresas, evitando maniobras peligrosas y garantizando su comodidad y seguridad.

Para la restitución de la CV-585 deben garantizarse unos valores de consistencia adecuados, según el Criterio II de Lamm sobre la consistencia local y recogida en el apartado 4.6 de consistencia del trazado en planta de la Norma 3.1-IC. Mide la reducción de velocidad de operación o deceleración  $d_{85}$  entre elementos consecutivos y está basado en la velocidad de operación  $V_{85}$ .

■ Buena cuando  $d_{85} \leq 10\text{km/h}$

■ Aceptable cuando  $10\text{km/h} \leq d_{85} \leq 20\text{km/h}$

■ Mala cuando  $20\text{km/h} \leq d_{85}$

Serán considerados los tramos de consistencia local buena o aceptable, no siendo válidos los tramos de consistencia local mala para el acondicionamiento.

Los valores de consistencia de las alternativas propuestas han sido extraídos en base a las velocidades de operación en el trazado extraídos del software “Perfil V85” proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho.

Como ya ha sido especificado previamente, debido a la orografía y las complicaciones para cumplir con la normativa en planta y alzado, el único requisito indispensable para tomar una alternativa como válida es que cumpla con los criterios de consistencia local, además de garantizar una buena visibilidad a lo largo de todo el recorrido. No obstante, se buscará cumplir con la normativa siempre que las condiciones del terreno y la sucesión de elementos geométricos lo permitan.

En cuanto a la consistencia global, se utilizará el Modelo de Consistencia de Camacho-Torregrosa (2015), y a través del software “Perfil V85” proporcionado por el tutor Francisco Javier Camacho se obtendrán los valores de consistencia global para cada alternativa.

| Buena                         | Aceptable                                            | Pobre                      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|
| $C \geq 3,25 \text{ s}^{1/3}$ | $2,55 \text{ s}^{1/3} \leq C < 3,25 \text{ s}^{1/3}$ | $C < 2,55 \text{ s}^{1/3}$ |

Figura 1. Modelo de consistencia global de Camacho-Torregrosa (2015).

Este factor no tendrá gran relevancia en el análisis multicriterio, ya que la diferencia entre un umbral de consistencia “pobre” o “aceptable” es poco significativa.

## 3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

En este apartado se aborda la cuantificación del volumen de tierras asociado a cada una de las alternativas. Este análisis permite valorar el alcance de los movimientos de desmonte y terraplén que sería necesario ejecutar de ser llevada a término la obra.

Tras definir las alineaciones correspondientes y comprobar que cumplen con la normativa, se requiere conocer el balance de tierras. Para ello, se recurre al software “Autodesk Civil 3D”, mediante el cual ya se ha realizado la elaboración de la alineación analizada en el apartado previo.

Dentro del entorno de trabajo del software se han creado dos superficies, TOP y DATUM, que representan el terreno natural y la rasante del proyecto. La comparación entre ambas permite determinar los volúmenes comprendidos entre dichas superficies, suponiendo el material a retirar o aportar para la configuración del nuevo trazado de la carretera.

El programa genera un informe donde se especifica el volumen total de desmonte y terraplén a lo largo del trazado, así como el balance de tierras resultante entre sí. Esta información obtenida del programa sirve como base para la comparación de las alternativas estudiadas, al constituir el movimiento de tierras un factor determinante en la elección de la solución definitiva más viable, sobre todo en términos económicos y ambientales.

#### 4. TRAMIFICACIÓN

La tramificación de las alternativas se realiza en función de la geometría de la carretera, en concreto mediante los ángulos de deflexión, y permite asignar una velocidad de proyecto independiente en cada tramo.

Para su cálculo se recurre al parámetro “Curvature Change Rate” o “CCR”, que mide la sinuosidad de la carretera y es expresada en gon/km.

$$CCR = \frac{\sum |y_i|}{L}$$

Para poder dividir un tramo homogéneo, debe contar con al menos una longitud de 2000 metros.

Sin embargo, debido a la longitud total de las tres alternativas y como se puede observar en los siguientes gráficos, presentan un CCR homogéneo a lo largo de sus trazados. Por tanto, no se realizará la división de las alternativas en dos tramos.

A continuación, se pueden observar los gráficos de “CCR” de cada una de las alternativas.

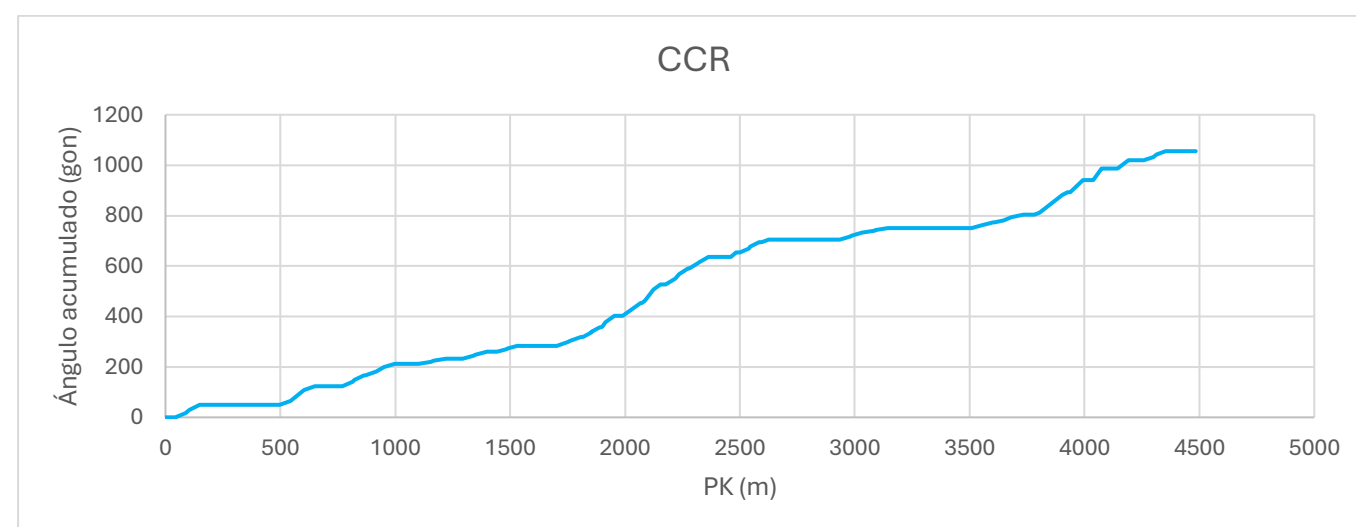


Figura 2. Ángulo de deflexión acumulado de la. Alternativa 1. Fuente: Elaboración propia

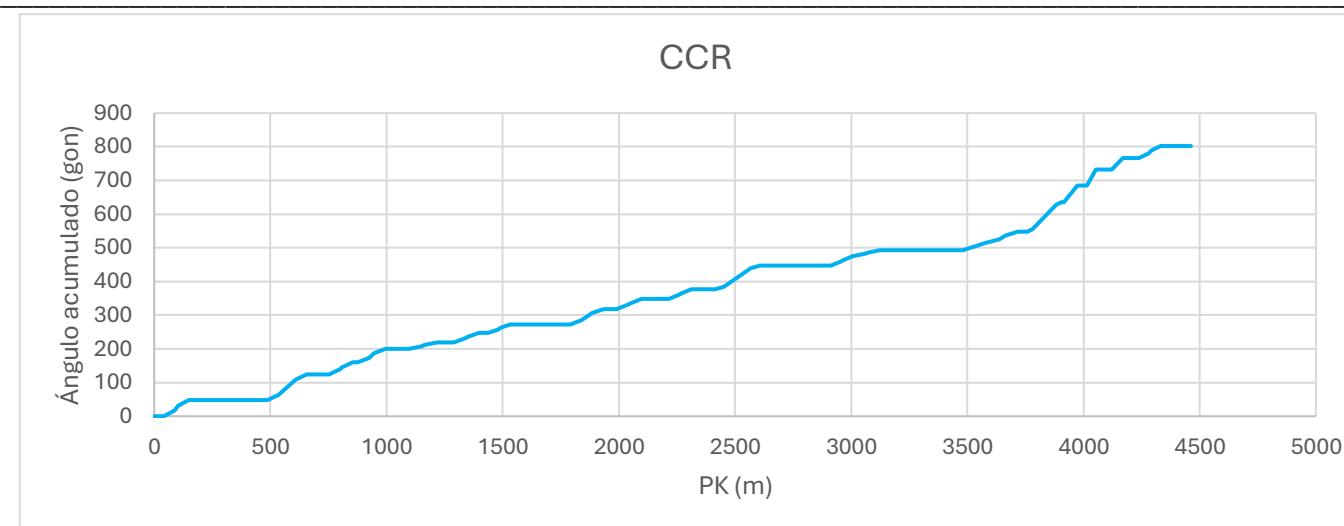


Figura 3. Ángulo de deflexión acumulado. Alternativa 2. Fuente: Elaboración propia

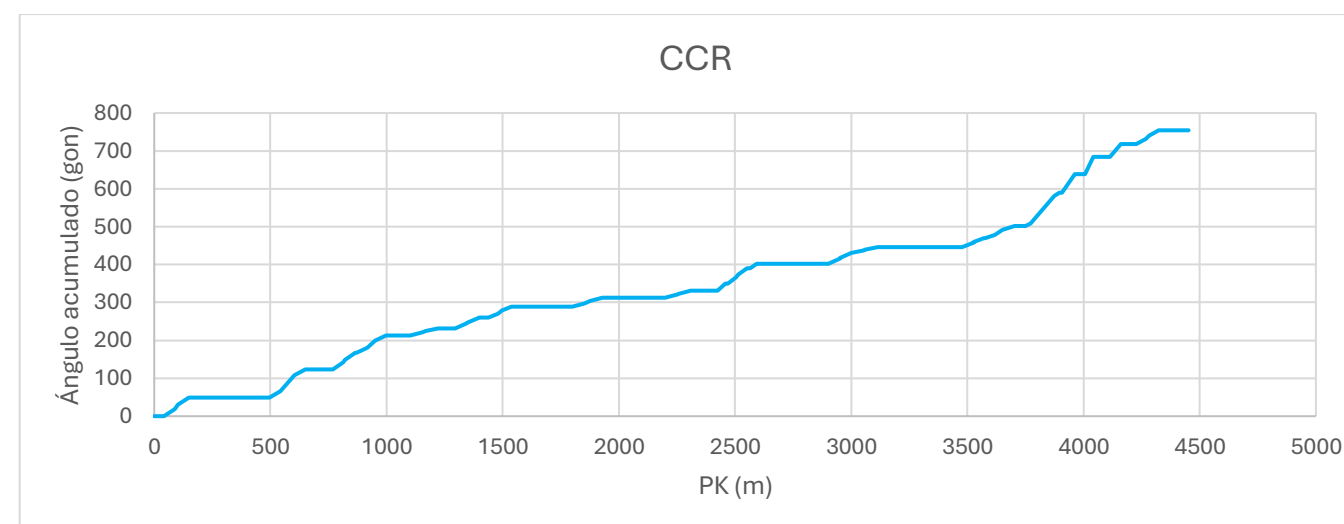


Figura 4. Ángulo de deflexión acumulado de la. Alternativa 3. Fuente: Elaboración propia

#### 5. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS

##### 5.1 ALTERNATIVA 1

La alternativa 1 tiene una longitud total de trazado de 4.483,78 metros. Esta alternativa busca aprovechar al máximo el trazado actual de la carretera para reducir los costes por movimiento de tierras y por la ejecución del nuevo paquete de firmes con su correspondiente explanada, priorizando este aspecto frente al cumplimiento de la normativa en las alineaciones.



Esta alternativa se considera válida ya que, según la Norma 3.1-IC de Trazado, “En estudios de carretera de montaña y actuaciones en carreteras existentes podrán disminuirse las condiciones exigidas en la presente Norma, justificándose adecuadamente.”

La carretera cuenta con 27 alineaciones rectas y 26 alineaciones curvas, enlazadas entre sí mediante clotoideas en su mayoría. Existen curvas que no presentan curvas de transición debido a las condiciones del terreno y al espacio limitado, además de por la consecución de alineaciones curvas, que evitan entre sí el cumplimiento de la normativa.

En las siguientes figuras se puede observar algunos tramos de la alternativa 1 donde se han realizado modificaciones en las alineaciones para garantizar la consistencia en toda la carretera siguiendo el trazado existente.

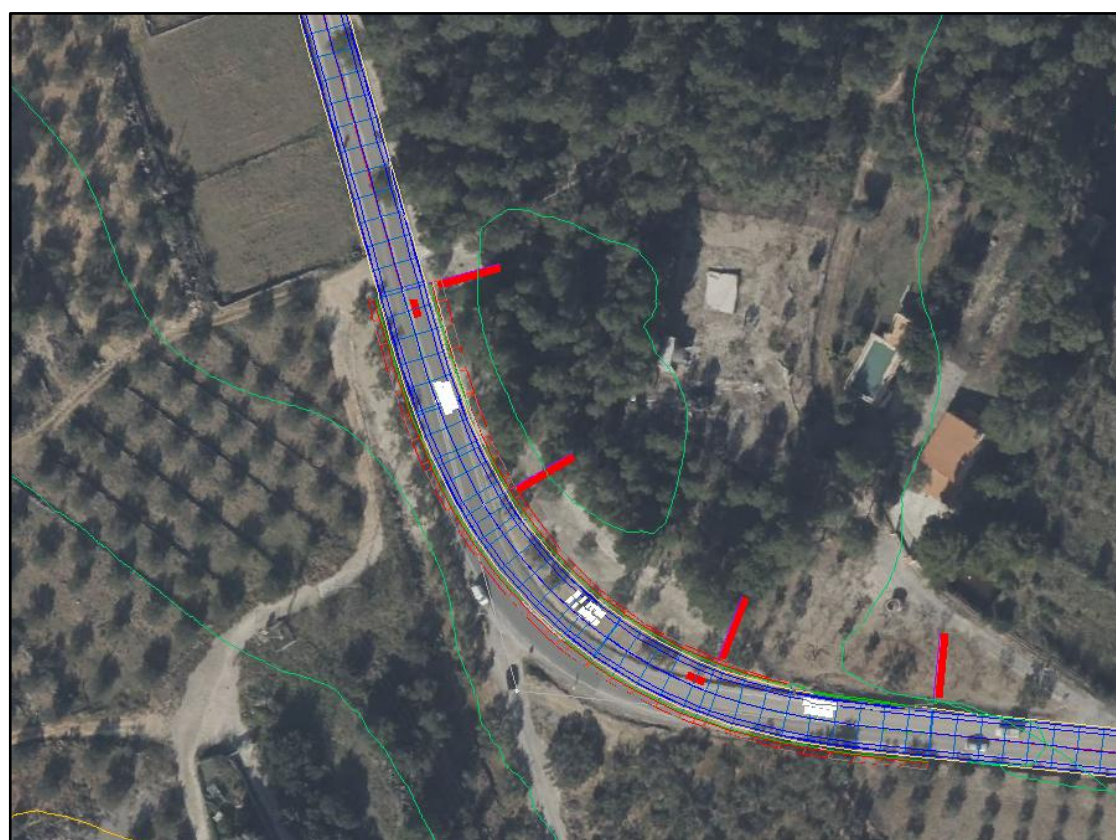


Figura 5. Cambio en el trazado entre los P.K. 0+495 y 0+649. Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Cambio en el trazado entre los P.K. 2+933 y 3+144. Fuente: Elaboración propia

En otros tramos se han seguido los mismos criterios de consistencia obligando a realizar movimientos de tierra para trazado de nueva ejecución, cómo sucede entre los P.K. 1+444 y 2+809, o entre los P.K. 3+508 y 4+019 (Figuras 7 y 8).

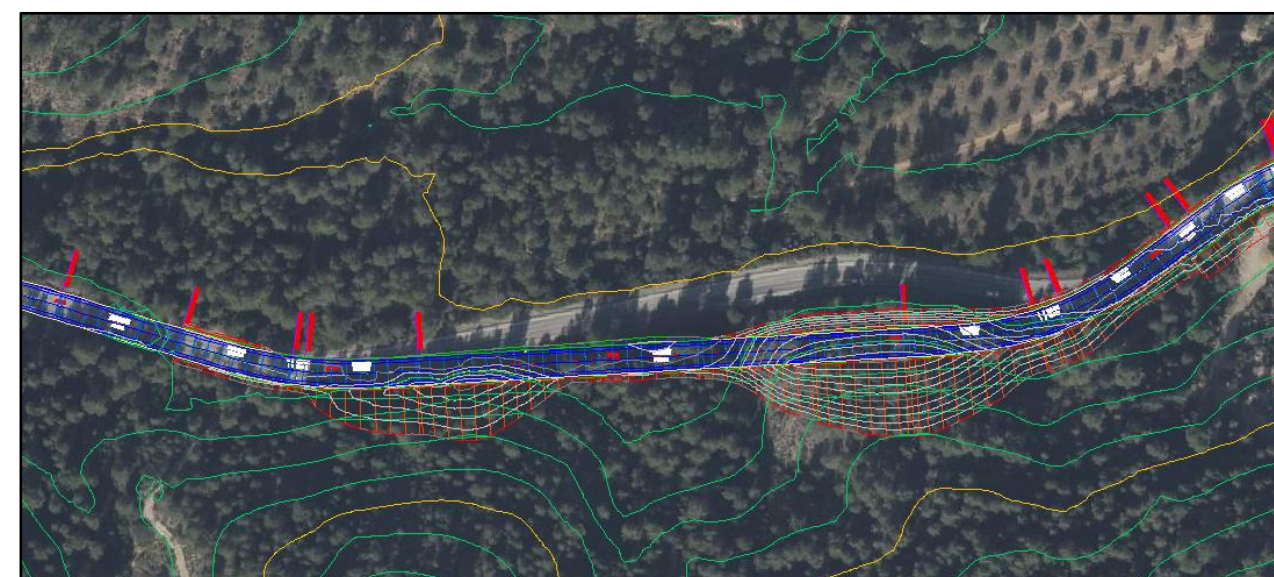


Figura 7. Cambio en el trazado entre los P.K. 1+444 y 2+809. Fuente: Elaboración propia



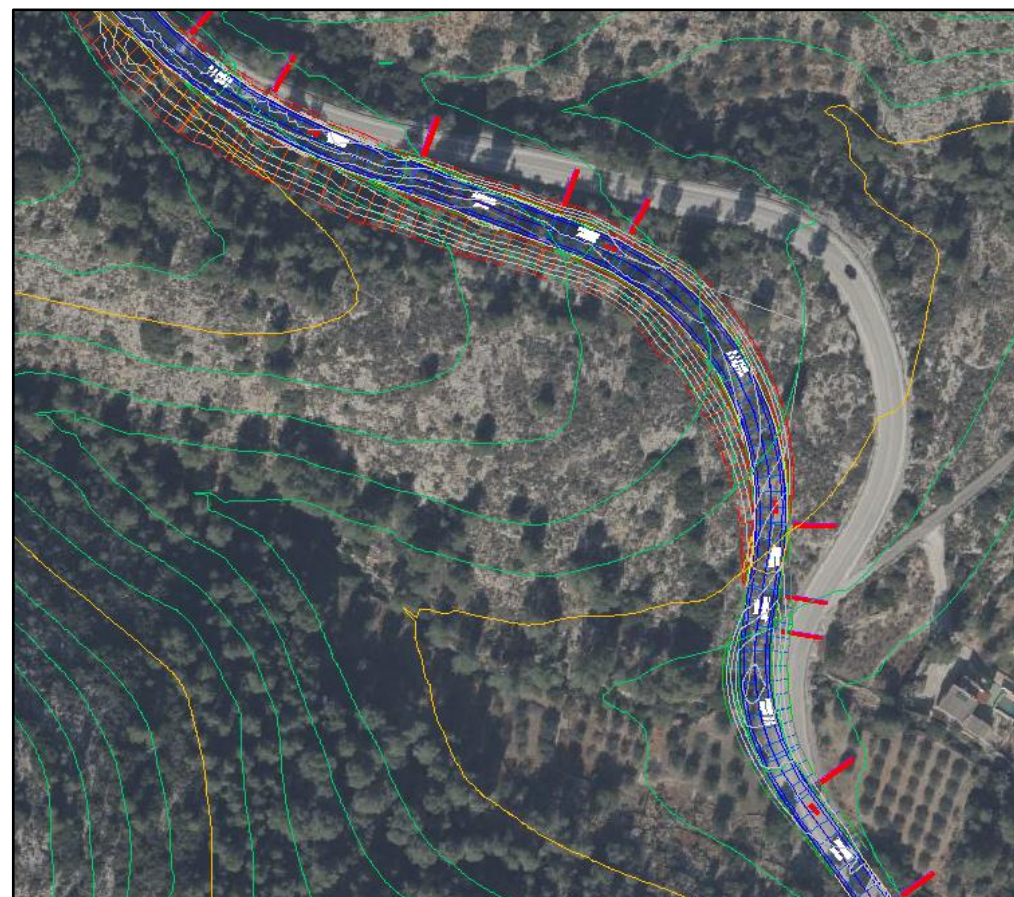


Figura 8. Cambio de trazado entre los P.K. 3+508 y 4+019. Fuente: Elaboración propia

La consistencia de la carretera se garantiza mediante el aumento de los radios de curvatura y disponiendo una consecución de radios que garantice el confort de los usuarios y evite cambios de velocidad repentinos.

La rasante de la carretera se modifica tan sólo en algunos tramos dónde se ejecutará un nuevo trazado debido a los cambios en planta y para garantizar una visibilidad superior a la distancia de parada. Mientras, en los tramos que no han sido modificados la rasante se mantiene como la existente, para así reducir el impacto económico y ambiental.

Para el estudio de la alternativa será necesario determinar el movimiento de tierras que se llevará a cabo en la ejecución de la obra. Para ello, se hace uso del software "Autodesk Civil 3D", cómo ya ha sido mencionado en el apartado 3 del presente anejo. A través de este es posible determinar el volumen de tierras que se moverá durante la ejecución de la obra para realizar los desmontes y los terraplenes, así como para conocer el déficit de tierras acumulado.

| Volumen de tierras en desmonte (m3) | Volumen de tierras en terraplen (m3) | Déficit de tierras acumulado (m3) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 70756,11                            | 4404,39                              | 66351,72                          |

Tabla 4. Volumen de movimiento de tierras en la alternativa 1. Fuente: Elaboración propia

## 5.2 ALTERNATIVA 2

La alternativa 2 cuenta con una longitud total de trazado de 4456,44 metros. La característica principal de esta alternativa es su diseño conforme al cumplimiento con la normativa de trazado.

La Norma 3.1-IC de la Instrucción de Trazado establece unos criterios aplicables al diseño de una carretera, siendo de aplicación para el presente estudio de acondicionamiento de la carretera CV-585. La alternativa 2 presentará unas características funcionales y de comodidad superiores al resto de alternativas.

Sin embargo, al ser una zona montañosa, aumentará el volumen de tierras movido e implica una mayor longitud de trazado de nueva ejecución. Estos factores incrementarán el impacto económico y ambiental, y se tendrá en cuenta para el análisis multicriterio.

Para el diseño de esta alternativa se han ajustado las alineaciones de modo que cumplan con los requisitos de consistencia. Además, se han modificado las alineaciones curvas para cumplir con las dimensiones de radio mínimo de 50 o 100 metros, según si la recta intermedia es limitada o no, y garantizando una consecución de radios óptima en gran parte de las alineaciones. La carretera cuenta con 21 alineaciones rectas y 20 alineaciones curvas.

El cambio más significativo con respecto al trazado existente se encuentra en la zona más sinuosa de la carretera CV-585, entre los P.K. 1+438 y 2+607. La actuación en este tramo consiste en la eliminación de una consecución de curvas que impedían entre sí el cumplimiento con la normativa. Cómo se puede observar en la "Figura 9", se sustituyen las curvas, algunas sin clotoideas y de radios inferiores a 50 metros, por dos alineaciones curvas de 130 metros de radio y una de 110 metros de radio.

Con los cambios indicados se evita que los usuarios puedan experimentar fatiga por la densidad de alineaciones curvas de radios cerrados, así como aumentar la visibilidad y la seguridad en el tramo generando una consistencia acorde a las expectativas de los conductores.



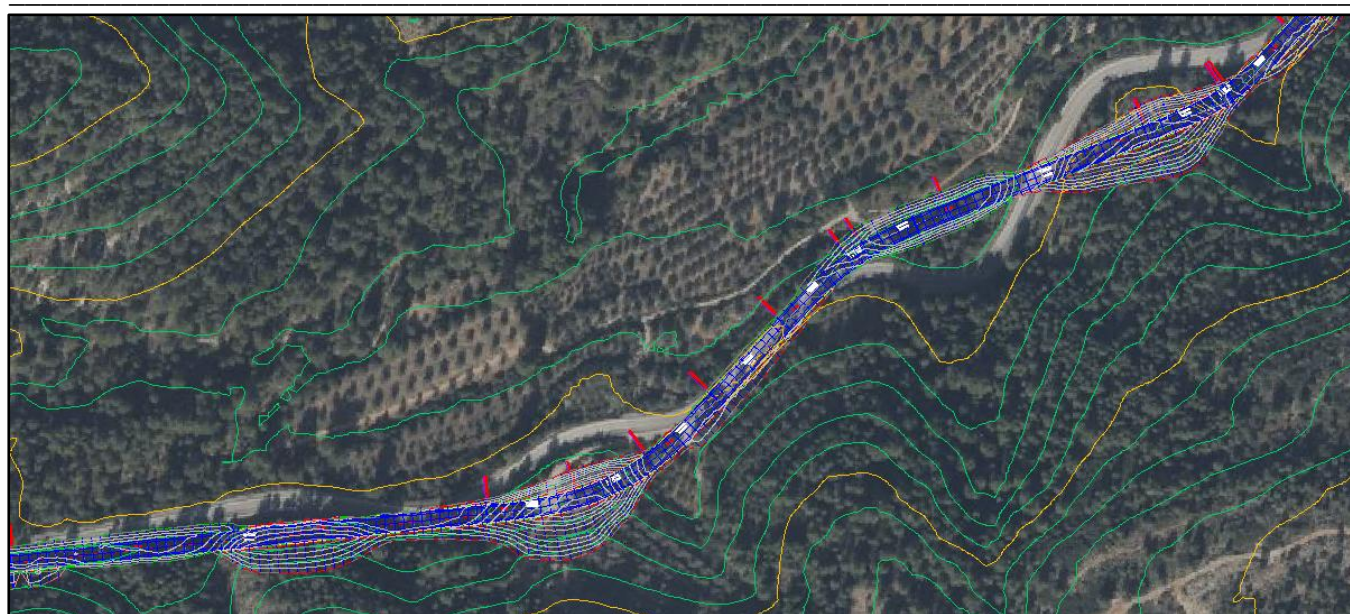


Figura 9. Cambio de trazado entre los P.K. 1+438 y 2+313. Fuente: Elaboración propia

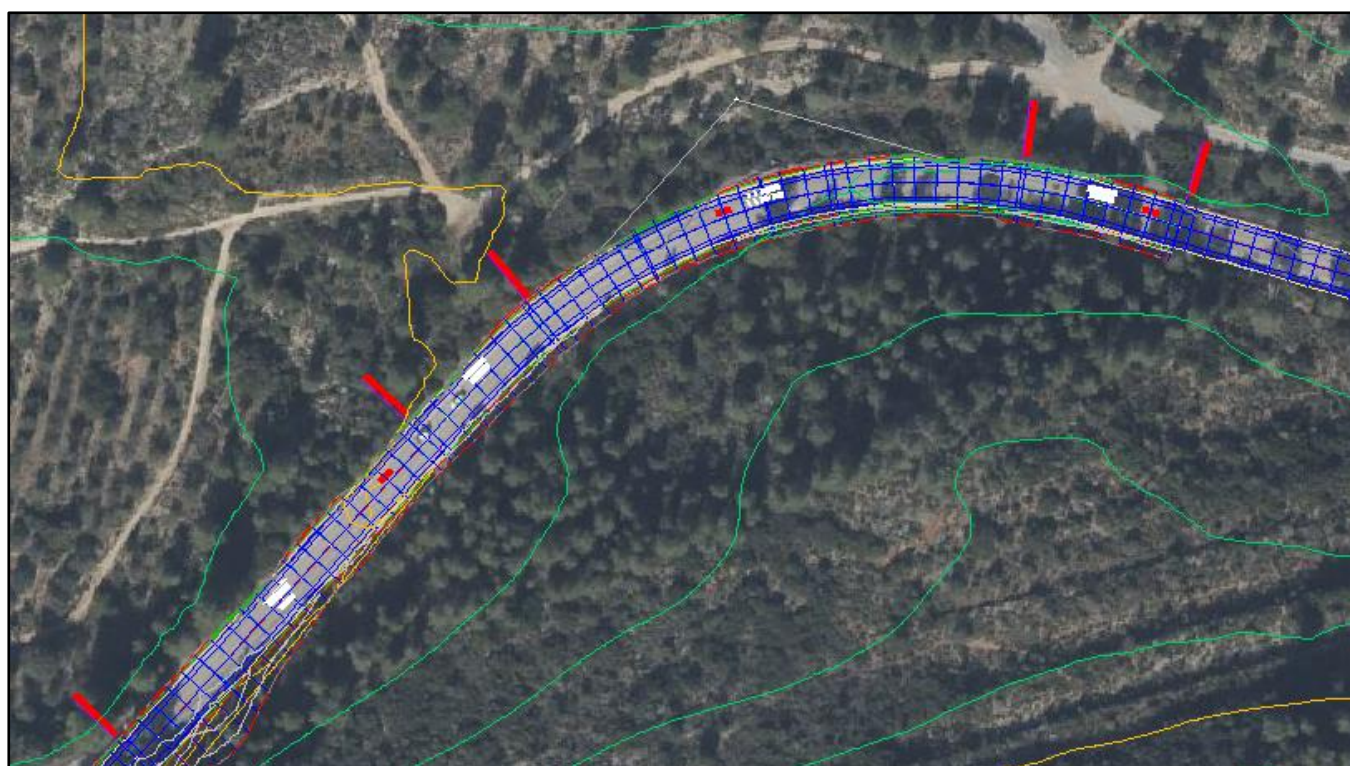


Figura 10. Cambio de trazado entre los P.K. 2+313 y 2+607. Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, en la parte final del trazado se presenta otro de los cambios más significativos de esta alternativa, con una reducción de 4 alineaciones curvas a 2 entre los P.K. 3+918 y 4+343. Este tramo se ha modificado para garantizar su cumplimiento con la normativa, con dos curvas de radios 150 y 130 metros

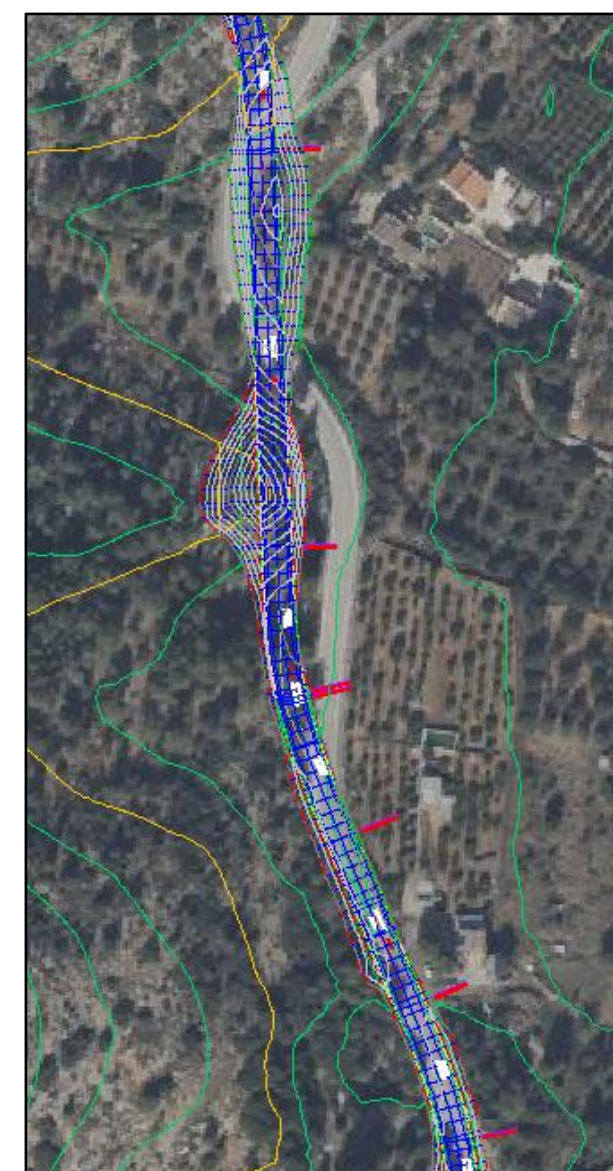


Figura 11. Cambio de trazado entre los P.K. 3+918 y 4+343. Fuente: Elaboración propia

También ha sido ajustada la rasante de la carretera salvo en aquellos tramos dónde se busca aprovechar el trazado existente. Los cambios en el alzado consisten en la



reducción del número de acuerdos verticales y el cumplimiento con las dimensiones mínimas de Kv, aumentando la comodidad a lo largo del trazado.

Esta alternativa presenta el mayor volumen de movimiento de tierras entre las 3 alternativas, generando un impacto ambiental y económico significativo. En la siguiente tabla se pueden observar los volúmenes de desmonte, terraplén y el déficit de tierras que deberá ser trasladado a vertedero.

| Volumen de tierras en desmonte (m3) | Volumen de tierras en terraplen (m3) | Déficit de tierras acumulado (m3) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 85480,14                            | 20137,41                             | 65342,73                          |

Tabla 5. Volumen de movimiento de tierras en la alternativa 2. Fuente: Elaboración propia

### 5.3 ALTERNATIVA 3

La alternativa 3 tiene una longitud total de 4.446,74 metros y cuenta con un total de 22 alineaciones rectas y 21 alineaciones curvas.

Esta alternativa presenta un diseño similar a la alternativa 2, con el mismo objetivo de eliminar el tramo de carretera de elevada sinuosidad, pero con un diseño diferente.

Sin embargo, no se buscará que esta alternativa presente un alto grado de cumplimiento de los criterios de la normativa, si bien será valorado positivamente en el análisis multicriterio en caso de cumplirse. Como se ha mencionado previamente, esto se debe a la orografía que impide un diseño óptimo de acuerdo con la Norma 3.1-IC de la Instrucción de Trazado.

Entre los P.K 1+437 y 2+324 se sustituye la consecución de curvas existentes por dos alineaciones rectas de 263 y 269 metros, enlazadas entre sí mediante una alineación curva de radio 200 metros y sus correspondientes clotoides.

Con la ejecución de este nuevo tramo se busca eliminar la sensación de fatiga de los conductores y ampliar el confort de los usuarios que circulan por la carretera CV-585, así como aumentar la velocidad de operación reduciendo los tiempos de recorrido y garantizando un mayor nivel de consistencia.

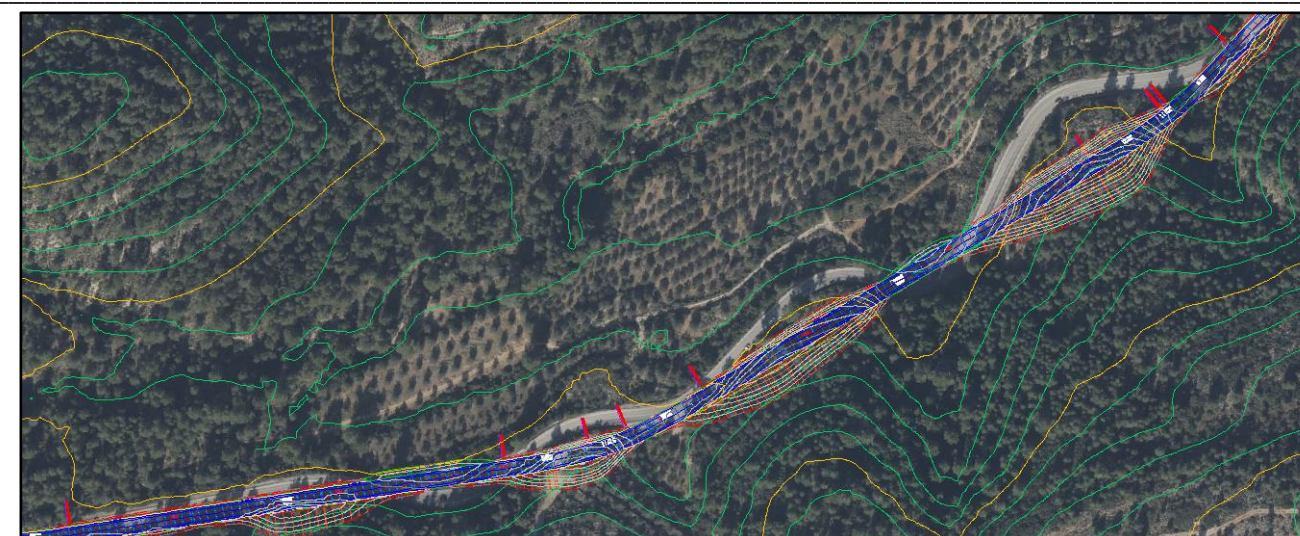


Figura 12. Cambio de trazado entre los P.K. 2+313 y 2+607. Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se puede observar una de las alineaciones que han sido ligeramente modificadas para garantizar la consistencia local “aceptable” o “buena” según el Criterio II de Lamm et al. (1998), recogido en la Norma 3.1-IC de la Instrucción de Trazado.

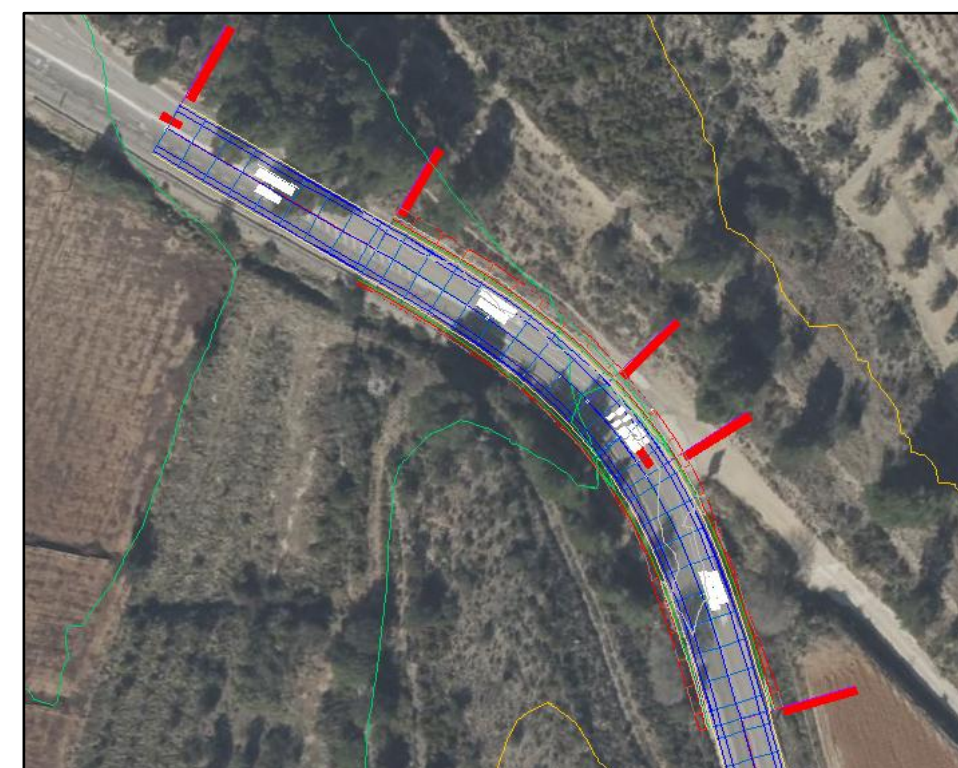


Figura 13. Cambio de trazado entre los P.K. 0+041 y 0+147. Fuente: Elaboración propia



Los cambios en el alzado se han realizado tratando de no modificar la rasante en aquellos tramos que no han sido modificados, priorizando el movimiento de tierras frente al trazado de nueva ejecución por el impacto económico que puede suponer.

En cuanto al volumen de tierras y como ha sido mencionado previamente, se hace uso del software “Autodesk Civil 3D” para extraer la cubicación de la obra, el mismo software utilizado para el diseño de la obra lineal.

A pesar de no haber una diferencia significativa, esta alternativa es la que mejor aprovecha el movimiento de tierras, al presentar el menor déficit de tierras entre desmontes y terraplenes.

| Volumen de tierras en desmonte (m3) | Volumen de tierras en terraplen (m3) | Déficit de tierras acumulado (m3) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 78349,9                             | 14873,36                             | 63476,54                          |

Tabla 6. Volumen de movimiento de tierras en la alternativa 3. Fuente: Elaboración propia

## 6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

Una vez planteadas las alternativas para el acondicionamiento y mejora del trazado, se procede a la selección de la alternativa más satisfactoria en función de diversos criterios. La forma más eficaz de llevar a cabo la elección es mediante un análisis multicriterio, una herramienta muy útil para la toma de decisiones.

En base a una serie de criterios establecidos que evaluarán la mejora de la carretera en función del cumplimiento de la normativa, el confort y la seguridad, y el impacto ambiental, se valorará cada una de las alternativas y será escogida como solución definitiva la que muestre una mayor puntuación y, justificada cómo la más adecuada.

### 6.1 CRITERIOS

Se establecen una serie de criterios, y para una mayor especificación en cada detalle de importancia también son establecidos unos subcriterios, implicando la obtención de dos niveles de análisis. El primero para darle valor a los criterios y el segundo para darle valor a cada una de las alternativas.

Los criterios y subcriterios seleccionados son los siguientes:

➤ **Factor económico:** Cada alternativa cuenta con el mismo paquete de firmes a ejecutar. Es por ello por lo que la diferencia económica entre ellas dependerá de la cantidad de movimiento de tierras a disponer, además de la variabilidad con respecto al trazado original, obligando a ejecutar nuevos tramos de carretera y suponiendo un incremento del precio final. Los subcriterios analizados dentro de este criterio son los siguientes:

- **Movimiento de tierras:** Cantidad de tierras que se moverán en desmonte y terraplén, medidas en m<sup>3</sup>. Cuanto mayor sea el movimiento de tierras mayor coste supondrá la ejecución de la alternativa.
- **Trazado de nueva ejecución:** Se valorarán los kilómetros de carretera nueva a disponer que supondrán la realización del nuevo paquete de firmes.
- **Balance de tierras:** Se tendrá en cuenta el sobrante o déficit de tierras en la relación entre desmonte y terraplén, medido en m<sup>3</sup>. Este subcriterio se tiene en cuenta debido al incremento del coste en caso de transporte a vertedero o a la adquisición de préstamos.

➤ **Seguridad vial:** Este criterio evalúa la seguridad para los usuarios que ofrece cada una de las alternativas en función de su consistencia, tanto a nivel local como global. Se valorará positivamente la inexistencia de tramos con una consistencia local “pobre”.

- **Consistencia local:** Este aspecto será analizado en función del Criterio II de Lamm et al. (1998), teniendo en cuenta el número de tramos con una consistencia “aceptable” o “buena”.
- **Consistencia global:** Se analizará cada una de las alternativas según el modelo de consistencia global de Camacho-Torregrosa (2015).

➤ **Confort:** Será objeto de evaluación el grado de comodidad de los conductores al recorrer cada uno de los trazados de las alternativas, considerado según la uniformidad de la geometría de la carretera, tanto en planta como en alzado, comprobando el cumplimiento con la normativa, además de tener en cuenta su funcionalidad según la velocidad de operación media.

- Variación de radios: Este aspecto analiza el rango de radios a lo largo del trazado, considerando la mayor diferencia entre el radio medio y el radio mínimo o máximo.
- Acuerdos verticales: Se evaluará la distancia media entre vértices de acuerdos verticales, debido a que una mayor separación entre ellos generará una mayor suavidad del perfil longitudinal.
- Cantidad de curvas total: Se busca un equilibrio en el número de curvas planteadas. Un mayor número de curvas provoca falta de confort e incomodidad, mientras que un número reducido aumenta la velocidad de operación y genera fatiga en el conductor.
- Velocidad de operación media: Según la velocidad de operación extraída en cada punto del recorrido.

➤ **Impacto ambiental y sobre el entorno**: Este criterio tiene en cuenta el impacto generado por cada alternativa en el ambiente y las afecciones que supondrá al entorno de la carretera. Los subcriterios a tener en cuenta son los siguientes:

- Integración paisajística: Evaluada con una puntuación del 1 al 5, relacionando el menor valor con una mayor afección al paisaje y valorado visualmente de manera subjetiva. Se tendrá en cuenta la ejecución de desmontes y terraplenes y su integración en el entorno.
- Aprovechamiento del trazado actual: La variación del trazado con respecto al actual provoca un mayor impacto ambiental mediante la ocupación del suelo y la utilización de recursos naturales. El grado de aprovechamiento se expresará en porcentaje.
- Adaptación de accesos: Se valorará la cantidad de accesos modificados y reubicados, influyendo en la complejidad de ejecución y en el impacto ambiental.

## 6.2 NORMALIZACIÓN

Una vez definidos los criterios y subcriterios, se procede a darle un valor a cada uno de ellos. Puesto que no están expresados en las mismas unidades (m³, nivel de

consistencia, km, etc) se requiere de una normalización de los criterios. La normalización también es necesaria ya que en algunos subcriterios un valor elevado no supone una evaluación positiva, como puede ser la variación de radios o la cantidad de movimiento de tierras. También puede darse la situación opuesta, como es el caso de la velocidad de operación media o el aprovechamiento del trazado actual, donde un valor elevado sea favorable.

Cuando un valor que sea más elevado es la situación más favorable, se maximiza:

$$C_n = \frac{x - \text{Peor } C}{\text{Mejor } C - \text{Peor } C} * 10$$

Cuando un valor más bajo es la situación más favorable, se minimiza:

$$C_n = \frac{x - \text{Mejor } C}{\text{Peor } C - \text{Mejor } C} * 10$$

Estas fórmulas de normalización lineal penalizan a las alternativas con valores extremos, afectando directamente a los resultados del análisis y pudiendo distorsionarlos. Por ello, se hace uso de una curva logística que suavice los resultados.

Mediante la asignación de una constante “k” para cada uno de los subcriterios según se considere una mayor diferencia de puntuación para los extremos. Las funciones logísticas para utilizar, según se busque un resultado mayor o menor, son las siguientes:

Directa

$$C_n = \frac{10}{1 + e^{-k*(x - \text{media}, xi)}}$$

Inversa

$$C_n = \frac{10}{1 + e^{k*(x - \text{media}, xi)}}$$



Mediante el uso de estas formulaciones, se obtienen los valores reflejados en la “Tabla 7”.

| Factor económico              |               |             |               |             |               |             |
|-------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Subcriterio                   | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                               | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Movimiento de tierras         | 75160,5       | 6,56        | 105617,55     | 3,61        | 93223,26      | 4,81        |
| Trazado de nueva ejecución    | 2179,8        | 8,37        | 3029,13       | 2,92        | 2983,73       | 3,21        |
| Sobranje o déficit de tierras | 66351,72      | 4,74        | 65342,73      | 4,94        | 63476,54      | 5,32        |

| Seguridad vial           |               |             |               |             |               |             |
|--------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Subcriterio              | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                          | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Consistencia local pobre | 0             | 10          | 0             | 10          | 0             | 10          |
| Consistencia global      | 2,43          | 4,89        | 2,57          | 5,05        | 2,57          | 5,05        |

| Confort                      |               |             |               |             |               |             |
|------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Subcriterio                  | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                              | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Variación de radios          | 129,52        | 1,88        | 109,40        | 6,34        | 105,80        | 7,13        |
| Acuerdos verticales          | 194,95        | 3,75        | 247,58        | 7,44        | 193,34        | 3,64        |
| Número de curvas total       | 26            | 3,24        | 20            | 6,15        | 21            | 5,66        |
| Velocidad de operación media | 77,5          | 3,92        | 80,19         | 5,42        | 80,64         | 5,67        |

| Impacto ambiental y sobre el entorno |               |             |               |             |               |             |
|--------------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Subcriterio                          | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                                      | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Integración paisajística             | 3             | 6           | 2             | 4           | 2             | 4           |
| Aprovechamiento del trazado actual   | 51,38%        | 8,37        | 32,03%        | 2,92        | 32,90%        | 3,21        |
| Adaptación de accesos                | 6             | 6           | 7             | 5           | 7             | 5           |

Tabla 7. Valoración y normalización de criterios. Fuente: Elaboración propia.

Una vez normalizados los valores de los criterios, se deben ponderar en función de la importancia de cada uno dentro de su criterio. Esta ponderación da mayor importancia a factores específicos con respecto de otros.

Esta ponderación puede verse reflejada en la “Tabla 8”, con los valores normalizados antes y después de ser ponderados. A continuación, se definen y justifican los pesos asignados a cada subcriterio.

➤ **Factor económico:**

- **Movimiento de tierras: 50%.** Presenta el mayor porcentaje al suponer el mayor coste de la obra.

- **Trazado de nueva ejecución: 30%.** La colocación del nuevo paquete del firme y la ejecución de la explanada no supone un coste tan elevado como el movimiento de tierras, pero sigue siendo relevante en el precio final.
- **Balance de tierras: 20%.** El transporte a vertedero o la adquisición de préstamos de tierras no es un factor tan influyente como los anteriores.

➤ **Seguridad vial:**

- **Consistencia local: 50%.** Puesto que ninguna alternativa presenta un tramo de consistencia local pobre, todas las alternativas presentarán la mayor puntuación.
- **Consistencia global: 50%.** Un valor de consistencia global pobre también supone un peligro en la carretera.

➤ **Confort:**

- **Variación de radios: 50%.** Es el factor que más incomodidad puede generar en los conductores, además de comprometer su seguridad.
- **Acuerdos verticales: 25%.** Acuerdos verticales dispuestos entre si a distancias reducidas también generan incomodidad a los usuarios.
- **Cantidad de curvas total: 15%.** Un exceso de curvas provoca falta de confort e incomodidad, y su falta fomenta la fatiga.
- **Velocidad de operación media: 10%.** La variación de velocidades entre alternativas no es tan significativa. Por ello se le da un peso menor.

➤ **Impacto ambiental y sobre el entorno:**

- **Integración paisajística: 40%.** Toda obra tiene como objetivo su adaptación e integración en el entorno.
- **Aprovechamiento del trazado actual: 40%.** Es un factor tan importante como el anterior, puesto que un mayor porcentaje de aprovechamiento supone una menor afección ambiental.

- **Adaptación de accesos: 20%.** Este subcriterio presenta un peso menor puesto que gran parte de los accesos se pueden adaptar con facilidad y no supone un impacto económico y ambiental cómo los demás apartados.

Los resultados de cada una de las alternativas están recogidos en la siguiente tabla:

| Criterio                             | Ponderación | Alternativa 1 |           | Alternativa 2 |           | Alternativa 3 |           |
|--------------------------------------|-------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|
|                                      |             | Sin ponderar  | Ponderado | Sin ponderar  | Ponderado | Sin ponderar  | Ponderado |
| Factor económico                     | 0,35        | 6,74          | 2,36      | 3,67          | 1,28      | 4,43          | 1,55      |
| Seguridad vial                       | 0,35        | 7,45          | 2,61      | 7,53          | 2,63      | 7,53          | 2,63      |
| Confort                              | 0,20        | 2,76          | 0,55      | 6,50          | 1,30      | 5,89          | 1,18      |
| Impacto ambiental y sobre el entorno | 0,10        | 6,95          | 0,69      | 3,77          | 0,38      | 3,88          | 0,39      |
| PONDERACIÓN FINAL                    |             |               | 6,21      |               | 5,59      |               | 5,75      |

Tabla 9. Ponderación global de las alternativas. Fuente: Elaboración propia

## 7. CONCLUSIÓN

Una vez realizado el análisis multicriterio se puede concluir que la alternativa más viable para la ejecución del acondicionamiento es la alternativa 1, siendo también la más económica y que aprovecha mejor el trazado existente, con un diseño consistente y que mejora las características geométricas actuales y la seguridad en la carretera CV-585, además de garantizar la visibilidad en todo el recorrido.

| Factor económico                     |             |               |             |               |             |               |             |
|--------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Subcriterio                          | Ponderación | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                                      |             | Sin ponderar  | Ponderado   | Sin ponderar  | Ponderado   | Sin ponderar  | Ponderado   |
| Movimiento de tierras                | 0,5         | 6,56          | 3,28        | 3,61          | 1,80        | 4,81          | 2,41        |
| Trazado de nueva ejecución           | 0,3         | 8,37          | 2,51        | 2,92          | 0,88        | 3,21          | 0,96        |
| Sobrante o déficit de tierras        | 0,2         | 4,74          | 0,95        | 4,94          | 0,99        | 5,32          | 1,06        |
| PONDERACIÓN TOTAL                    |             |               | 6,74        |               | 3,67        |               | 4,43        |
| Seguridad vial                       |             |               |             |               |             |               |             |
| Subcriterio                          | Ponderación | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                                      |             | Sin ponderar  | Ponderado   | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Consistencia local pobre             | 0,5         | 10,00         | 5,00        | 10,00         | 5,00        | 10,00         | 5,00        |
| Consistencia global                  | 0,5         | 4,89          | 2,45        | 5,05          | 2,53        | 5,05          | 2,53        |
| PONDERACIÓN TOTAL                    |             |               | 7,45        |               | 7,53        |               | 7,53        |
| Confort                              |             |               |             |               |             |               |             |
| Subcriterio                          | Ponderación | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                                      |             | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Variación de radios                  | 0,5         | 1,88          | 0,94        | 6,34          | 3,17        | 7,13          | 3,57        |
| Acuerdos verticales                  | 0,25        | 3,75          | 0,94        | 7,44          | 1,86        | 3,64          | 0,91        |
| Número de curvas total               | 0,15        | 3,24          | 0,49        | 6,15          | 0,92        | 5,66          | 0,85        |
| Velocidad de operación media         | 0,1         | 3,92          | 0,39        | 5,42          | 0,54        | 5,67          | 0,57        |
| PONDERACIÓN TOTAL                    |             |               | 2,76        |               | 6,50        |               | 5,89        |
| Impacto ambiental y sobre el entorno |             |               |             |               |             |               |             |
| Subcriterio                          | Ponderación | Alternativa 1 |             | Alternativa 2 |             | Alternativa 3 |             |
|                                      |             | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado | Valor         | Normalizado |
| Integración paisajística             | 0,4         | 6,00          | 2,40        | 4,00          | 1,60        | 4,00          | 1,60        |
| Aprovechamiento del trazado actual   | 0,4         | 8,37          | 3,35        | 2,92          | 1,17        | 3,21          | 1,28        |
| Adaptación de accesos                | 0,2         | 6,00          | 1,20        | 5,00          | 1,00        | 5,00          | 1,00        |
| PONDERACIÓN TOTAL                    |             |               | 6,95        |               | 3,77        |               | 3,88        |

Tabla 8. Ponderación de los subcriterios. Fuente: Elaboración propia

Para finalizar con el análisis multicriterio, con los subcriterios desarrollados y ponderados, se asignan los pesos de cada criterio principal, obteniendo así una ponderación global de las alternativas. La ponderación, distinta para cada uno de los criterios, es la siguiente:

- **Factor económico:** 35%.
- **Seguridad vial:** 35%.
- **Confort:** 20%.
- **Impacto ambiental y sobre el entorno:** 10%.



## ANEJO Nº10. VALORACIÓN ECONÓMICA

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026





## ÍNDICE

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| <b>1. VALORACIÓN ECONÓMICA .....</b> | <b>1</b> |
|--------------------------------------|----------|

## 1. VALORACIÓN ECONÓMICA

| Código                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Ud   | Longitud | Anchura | Altura | Cantidad | Precio unitario | Total                 |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|----------|-----------------|-----------------------|
| <b>Capítulo 1. Actuaciones previas</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |          |                 | <b>104.076,18 €</b>   |
| 01.01                                    | m2 Demolición de firme o pavimento existente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |          |         |        |          |                 |                       |
|                                          | Demolición de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor i/ bajas por rendimiento por paso de vehículos, demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación, desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.                                                       | 1,00 | 2179,80  | 9,00    |        | 19618,20 | 3,90 €          | 76.510,98 €           |
| 01.02                                    | m2 Despeje y desbroce del terreno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |          |         |        |          |                 |                       |
|                                          | Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destaconado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado de aquellos restos que sea necesario, hasta una distancia de 60 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia.                                                                                                      | 1,00 |          |         |        | 48360,00 | 0,57 €          | 27.565,20 €           |
| <b>Capítulo 2. Movimiento de tierras</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |          |                 | <b>1.330.814,33 €</b> |
| 02.01                                    | m3 Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos sin explosivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |          |         |        |          |                 |                       |
|                                          | Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos (tipo excavadora o similar) sin explosivos i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación, y perfilado de cunetas, refino de taludes, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 50 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia.             | 1,00 |          |         |        | 70756,11 | 18,74 €         | 1.325.969,50 €        |
| 02.02                                    | m3 Terraplén o pedraplén o relleno todo-uno con material procedente de excavación                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |          |         |        |          |                 |                       |
|                                          | Terraplén o pedraplén o relleno todo-uno con material procedente de excavación, i/ extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refino de taludes totalmente terminado.                                                                                                                                                                                      | 1,00 |          |         |        | 4404,39  | 1,10 €          | 4.844,83 €            |
| <b>Capítulo 3. Explanadas</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |          |                 | <b>135.659,85 €</b>   |
| 03.01                                    | m3 Suelo seleccionado procedente de yacimiento granular o cantera para formación de explanada                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |          |         |        |          |                 |                       |
|                                          | Suelo seleccionado procedente de yacimiento granular o cantera para formación de explanada en coronación de terraplén y en fondo de desmonte i/canón de préstamo, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 5 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación y refino de taludes. | 1,00 |          |         |        | 14713,65 | 9,22 €          | 135.659,85 €          |
| <b>Capítulo 4. Firmes y pavimentos</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |          |                 | <b>619.328,50 €</b>   |



ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE Crespins), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA  
ANEJO Nº10. VALORACIÓN ECONÓMICA



|                          |                                                                                                                                                   |      |         |   |      |            |          |                |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|---|------|------------|----------|----------------|
| 04.01                    | m3 Zahorra                                                                                                                                        |      |         |   |      |            |          |                |
|                          | Zahorra i /transporte, extensión y compactación, medida sobre perfil teórico.                                                                     | 1,00 | 2179,80 | 9 | 0,4  | 7847,28    | 26,78 €  | 210.150,16 €   |
|                          |                                                                                                                                                   | 1,00 | 2179,80 | 2 | 0,12 | 523,152    | 26,78 €  | 14.010,01 €    |
| 04.02                    | t MBC Tipo AC16 SURF S, excepto betún y polvo mineral                                                                                             |      |         |   |      |            |          |                |
|                          | Mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 SURF S, excepto betún y polvo mineral, totalmente extendida y compactada                                  | 1,00 | 2179,80 | 9 | 0,04 | 1899,04176 | 30,61 €  | 58.129,67 €    |
| 04.03                    | t MBC tipo AC22 BIN S, excepto betún y polvo mineral                                                                                              |      |         |   |      |            |          |                |
|                          | Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN S, extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.                               | 1,00 | 2179,80 | 7 | 0,05 | 1869,1785  | 29,35 €  | 54.860,39 €    |
| 04.04                    | t MBC tipo AC32 BASE S, excepto betún y polvo mineral                                                                                             |      |         |   |      |            |          |                |
|                          | Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 BASE S, extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación                               | 1,00 | 2179,80 | 7 | 0,07 | 2616,8499  | 29,36 €  | 76.830,71 €    |
| 04.05                    | t Emulsión C60B3 ADH en riegos de adherencia o C60B3 CUR en riegos de curado                                                                      |      |         |   |      |            |          |                |
|                          | Emulsión C60B3 ADH en riegos de adherencia o C60B3 CUR en riegos de curado i/ el barrido y la preparación de la superficie, totalmente terminado. | 1,00 |         |   |      | 30,5172    | 624,16 € | 19.047,62 €    |
| 04.06                    | t Emulsión C60BF4 IMP en riego de imprimación                                                                                                     |      |         |   |      |            |          |                |
|                          | Emulsión C60BF4 IMP en riego de imprimación, barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.                                        | 1,00 |         |   |      | 19,6182    | 526,42 € | 10.327,41 €    |
| 04.07                    | t Betún asfáltico convencional tipo 50/70                                                                                                         |      |         |   |      |            |          |                |
|                          | Betún asfáltico convencional en mezclas bituminosas tipo 50/70.                                                                                   | 1,00 |         |   |      | 255,402806 | 689,00 € | 175.972,53 €   |
| TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL |                                                                                                                                                   |      |         |   |      |            |          | 2.189.878,86 € |

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| GASTOS GENERALES (13%)       | 284.684,25 €   |
| BENEFICIOS INDUSTRIALES (6%) | 131.392,73 €   |
| TOTAL                        | 2.605.955,85 € |

|           |                |
|-----------|----------------|
| IVA (21%) | 547.250,73 €   |
| TOTAL     | 3.153.206,58 € |

El importe total de la actuación asciende a tres millones ciento cincuenta y tres mil doscientos seis euros con cincuenta y ocho céntimos.





## ANEJO Nº11. GESTIÓN DE RESIDUOS

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026



## ÍNDICE

|                                                   |          |
|---------------------------------------------------|----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                      | <b>1</b> |
| <b>2. NORMATIVA APLICABLE .....</b>               | <b>1</b> |
| <b>3. TIPOS DE RESIDUOS GENERADOS.....</b>        | <b>1</b> |
| 3.1 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN.....                 | 1        |
| 3.2 RESIDUOS DE DEMOLICIÓN .....                  | 1        |
| 3.3 RESIDUOS NO PÉTREOS .....                     | 1        |
| 3.4 RESIDUOS PELIGROSOS .....                     | 2        |
| <b>4. ESTIMACIÓN DE VOLUMEN DE RESIDUOS .....</b> | <b>2</b> |
| <b>5. MEDIDAS DE SEPARACIÓN Y GESTIÓN .....</b>   | <b>2</b> |
| <b>6. DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS.....</b>      | <b>2</b> |
| 6.1 INSTALACIONES AUTORIZADAS.....                | 2        |

## 1. INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos generados durante las obras de acondicionamiento de la carretera CV-585 constituye un aspecto esencial del proyecto, tanto por razones ambientales como por la necesidad de cumplir con la normativa aplicable. Durante la ejecución de los trabajos aparecerán residuos vinculados a los movimientos de tierras, a pequeñas demoliciones y al uso de materiales de construcción, por lo que será necesario organizar su clasificación, cuantificación y tratamiento desde el inicio.

Con este fin, se establecen criterios para su separación en origen, su almacenamiento temporal y su posterior envío a vertederos o instalaciones de valorización autorizadas, priorizando siempre la reutilización y el reciclaje cuando sea posible. De esta forma, se pretende reducir el impacto ambiental de la obra y asegurar un desarrollo compatible con los principios de sostenibilidad.

## 2. NORMATIVA APLICABLE

La gestión de residuos del acondicionamiento de la carretera que atraviesa los términos municipales de Anna, Xàtiva, Canals, Torrella y Llanera de Ranes, se realizará en función de la normativa vigente, tanto estatal y autonómica como local.

Las disposiciones más relevantes son las siguientes:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se regula la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 5/2022, de 29 de noviembre, de residuos y suelo contaminados para el fomento de la economía circular en la Comunitat Valenciana.
- Ordenanzas municipales de Anna, Xàtiva, Canals, Torrella y Llanera de Ranes, que establecen las condiciones particulares sobre vertidos, transporte de residuos y autorizaciones de depósito de suelos de titularidad local.

- Pliegos y recomendaciones técnicas de la Dirección General de Carreteras, que contemplan prescripciones específicas relacionadas con el control ambiental y el manejo de materiales sobrantes.

## 3. TIPOS DE RESIDUOS GENERADOS

Durante el acondicionamiento de la carretera CV-585 se generan distintos tipos de residuos asociados a las unidades de obra ejecutadas, como los movimientos de tierras, la retirada de firmes y la utilización de materiales auxiliares, como los materiales de obra. Su correcta identificación y clasificación resulta necesaria para establecer un sistema de gestión adecuado, favorecer su valorización cuando sea posible y garantizar una disposición final compatible con la normativa ambiental vigente.

### 3.1 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

Los residuos de construcción son aquellos generados durante la ejecución de las distintas unidades de obra, principalmente por el uso de materiales como hormigón zahorras, mezclas bituminosas o el excedente de tierras. Su gestión adecuada permite aprovechar los materiales recuperables y reducir el volumen destinado a vertedero.

### 3.2 RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

Los residuos de demolición proceden de la retirada o desmontaje de elementos existentes, como pavimentos u otras estructuras afectadas por la actuación. Estas requieren una operación previa para facilitar su valorización y posterior tratamiento.

### 3.3 RESIDUOS NO PÉTREOS

Incluyen materiales distintos de los áridos o elementos minerales como plásticos y sacos de áridos, metales, palets de madera o envases de productos utilizados en obra. Aunque su volumen suele ser menor, resulta importante separarlos para favorecer su reciclaje y evitar mezclas que dificulten su gestión.



### 3.4 RESIDUOS PELIGROSOS

A pesar de su baja producción, exige un tratamiento cuidadoso debido a su alta contaminación y para evitar cualquier tipo de impacto ambiental. Se trata sobre todo de aceites generados por la maquinaria y otros productos químicos de obra.

### 4. ESTIMACIÓN DE VOLUMEN DE RESIDUOS

Se va a realizar una estimación de los volúmenes más grandes de residuos generados en la obra como referencia para su gestión, reutilización y reciclaje.

La siguiente tabla muestra las cantidades de cada residuo:

| Unidad                                | Descripción                           | Medición |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------|
| <b>Residuos pétreos de demolición</b> |                                       |          |
| m3                                    | Fresado de capa de rodadura existente | 1569,456 |
| <b>Tierras de excavación</b>          |                                       |          |
| m3                                    | Déficit de tierras                    | 66351,72 |

Tabla 1. Volumen estimado de residuos. Fuente: Elaboración propia

Los residuos peligrosos suponen un reducido volumen, y deberán almacenarse en recipientes estancos y respectivamente identificados. Se tratan de diferentes productos como aceites, filtros o restos de pintura, asociados principalmente a la maquinaria de la obra.

### 5. MEDIDAS DE SEPARACIÓN Y GESTIÓN

La correcta separación y gestión de residuos generados durante el acondicionamiento de la carretera se organiza atendiendo a su origen y tipo, con el fin de priorizar su reutilización y reciclaje, minimizar el volumen destinado a vertedero y garantizar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de residuos. Todo con el control de los movimientos de residuos y sus correspondientes albaranes.

Se habilitarán zonas de acopio de materiales para clasificar los residuos según su naturaleza y cumpliendo las condiciones de seguridad necesarias.

Para los residuos pétreos se dispondrán acopios independientes para facilitar la recogida y el transporte a los respectivos vertederos o plantas de reciclaje, así como transporte a obras cercanas que precisen de dicho material.

Del mismo modo, los residuos no pétreos serán depositados en sus respectivos contenedores protegidos para evitar dañar el medio ambiente de la zona de estudio y para facilitar su posterior transporte.

Se dispondrán áreas específicas para el depósito de residuos peligrosos donde no puedan producirse derrames, además de estar correctamente señalada su correspondencia.

### 6. DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS

Una vez clasificados y almacenados en obra, los diferentes tipos de residuos se trasladarán a instalaciones autorizadas para su tratamiento adecuado, respetando la normativa vigente y garantizando su trazabilidad. Los residuos pétreos, como fresados de mezclas bituminosas, zahorras o fragmentos de hormigón, se dirigirán preferentemente a plantas de reciclaje, donde podrán utilizarse como árido reciclado en capas de firme o como material de relleno, favoreciendo la economía circular y reduciendo la cantidad de materiales destinados a vertedero.

Los residuos no pétreos, entre los que figuran envases, plásticos, palets y restos metálicos, se entregarán a gestores autorizados que los canalizarán hacia procesos de valorización o, si no es posible, a una eliminación controlada, siempre en contenedores cerrados que eviten pérdidas o dispersión durante el transporte. En el caso de los residuos peligrosos, como aceites usados, filtros, disolventes o restos de pintura, su destino será exclusivamente un gestor especializado, cumpliendo con la normativa específica sobre transporte y tratamiento. Estos residuos se manejarán de forma separada y nunca se depositarán junto al resto ni en vertederos convencionales, con el fin de prevenir riesgos ambientales y proteger la salud de las personas.

#### 6.1 INSTALACIONES AUTORIZADAS

Para asegurar una gestión adecuada de los residuos generados en la obra, es fundamental localizar las instalaciones autorizadas más cercanas a la actuación, de modo que se pueda planificar la logística del transporte y reducir costes asociados y la contaminación de los medios de transporte.

Las instalaciones más cercanas son las siguientes:

- *Ecoparque Játiva COR: servicio de gestión de Residuos.*

Distancia: 14 km.

Punto de recogida selectiva de residuos no peligrosos, especialmente envases, embalajes y restos metálicos.

- *Ecoparque COR: servicio de gestión de Residuos.*

Distancia: 10 km.

Punto de recogida selectiva de residuos no peligrosos, especialmente envases, embalajes y restos metálicos.

- *Reciclados y servicios del Mediterraneo S.L.*

Distancia: 59 km.

Tratamiento y eliminación de residuos no peligrosos.

- *Acteco Almansa – Gestión, tratamiento y reciclaje de Residuos.*

Distancia: 48 km.

Gestión integral de residuos, recuperación y valoración de residuos industriales, peligrosos y no peligrosos.

- *Planta de Residuos de Manises.*

Distancia: 73 km.

Tratamiento de materiales pétreos y no pétreos.



## ANEJO Nº12. ODS

ESTUDIOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450 (T.M. DE ENGUERA) Y EL P.K. 6+000  
(T.M. DE ALCUDIA DE CRESPINS), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026





## ÍNDICE

|                                            |   |
|--------------------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                      | 1 |
| 2. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE..... | 1 |
| 3. RELACIÓN DE LOS ODS CON EL TFG .....    | 1 |
| 4. CONCLUSIONES.....                       | 2 |

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo analizar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) promovidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015, y justificar su relación con el Trabajo Final de Grado. Los 17 objetivos son el plan hacia un futuro sostenible que enfrenta problemas como la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, la prosperidad, la paz y la justicia. Se pretende buscar la relación de estos objetivos con el estudio del acondicionamiento de la carretera CV-585, en el tramo comprendido entre el P.K. 1+450 y el P.K. 6+000.

## 2. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, conocidos como ODS, son un conjunto de 17 metas aprobadas por las Naciones Unidas en el marco de la Agenda 2030. Su finalidad es orientar el desarrollo global hacia un modelo más equilibrado, en el que se integren de forma simultánea el progreso económico, la cohesión social y la protección del medio ambiente. Estos objetivos constituyen una referencia internacional para administraciones, empresas y profesionales de muy distintos ámbitos.



En el caso de la ingeniería, su relevancia es especialmente alta, ya que esta disciplina interviene directamente en el diseño, la ejecución y la conservación de infraestructuras que condicionan el funcionamiento del territorio y la calidad de vida de la población. La ingeniería debe incorporar criterios de sostenibilidad, eficiencia, accesibilidad y respeto al entorno. Por ello, los ODS sirven como marco para orientar las soluciones técnicas hacia actuaciones más responsables y duraderas.

## 3. RELACIÓN DE LOS ODS CON EL TFG

El presente estudio para el acondicionamiento de la carretera CV-585 entre los términos municipales de Enguera y la Alcudia de Crespins, está estrechamente relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Entre las 17 metas aprobadas en el marco de la Agenda 2030, se relacionan los siguientes objetivos:

- **ODS 3: Salud y bienestar.**

Está relacionado de forma directa con la seguridad vial. En este caso, influye en la adopción de medidas que reduzcan el riesgo de accidentes y mejoren las condiciones de circulación, mejorando la consistencia local y global, y contribuyan a una movilidad más segura para los usuarios de la vía. Entre las metas destaca la 3.6: “Para 2030, reducir a la mitad el número de muertos y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo”.

- **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.**

Este objetivo está directamente vinculado con la mejora de la infraestructura de transporte, como destaca la meta 9.1: “Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos”. En el ámbito del presente estudio, influye en la búsqueda de una carretera más segura, funcional, sostenible y adaptada a la Normativa vigente, favoreciendo soluciones técnicas eficientes y de calidad.

- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.**

Este objetivo tiene relación con la integración de la carretera en el entorno y con la mejora de la accesibilidad y la movilidad. En el desarrollo del trabajo, influye en la necesidad de minimizar las afecciones sobre núcleos habitados, usuarios vulnerables y elementos del entorno próximo, promoviendo una infraestructura compatible con el territorio. La meta 11.2 destaca lo siguiente: “De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad”.

#### **4. CONCLUSIONES**

La incorporación de los ODS en el presente estudio permite justificar que la actuación no solo responde a criterios técnicos, sino también a una visión más amplia de sostenibilidad y responsabilidad social. Así, el acondicionamiento de la carretera CV-585 se plantea como una intervención que busca mejorar la infraestructura, pero también favorecer un desarrollo más equilibrado del entorno en el que se integra y mejorar la calidad de vida de los usuarios que transitan la carretera o que vivan en la zona.





## DOCUMENTO Nº2: PLANOS

ESTUDIO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA CV-585 ENTRE EL P.K. 1+450  
Y EL P.K. 6+000 (VALENCIA)

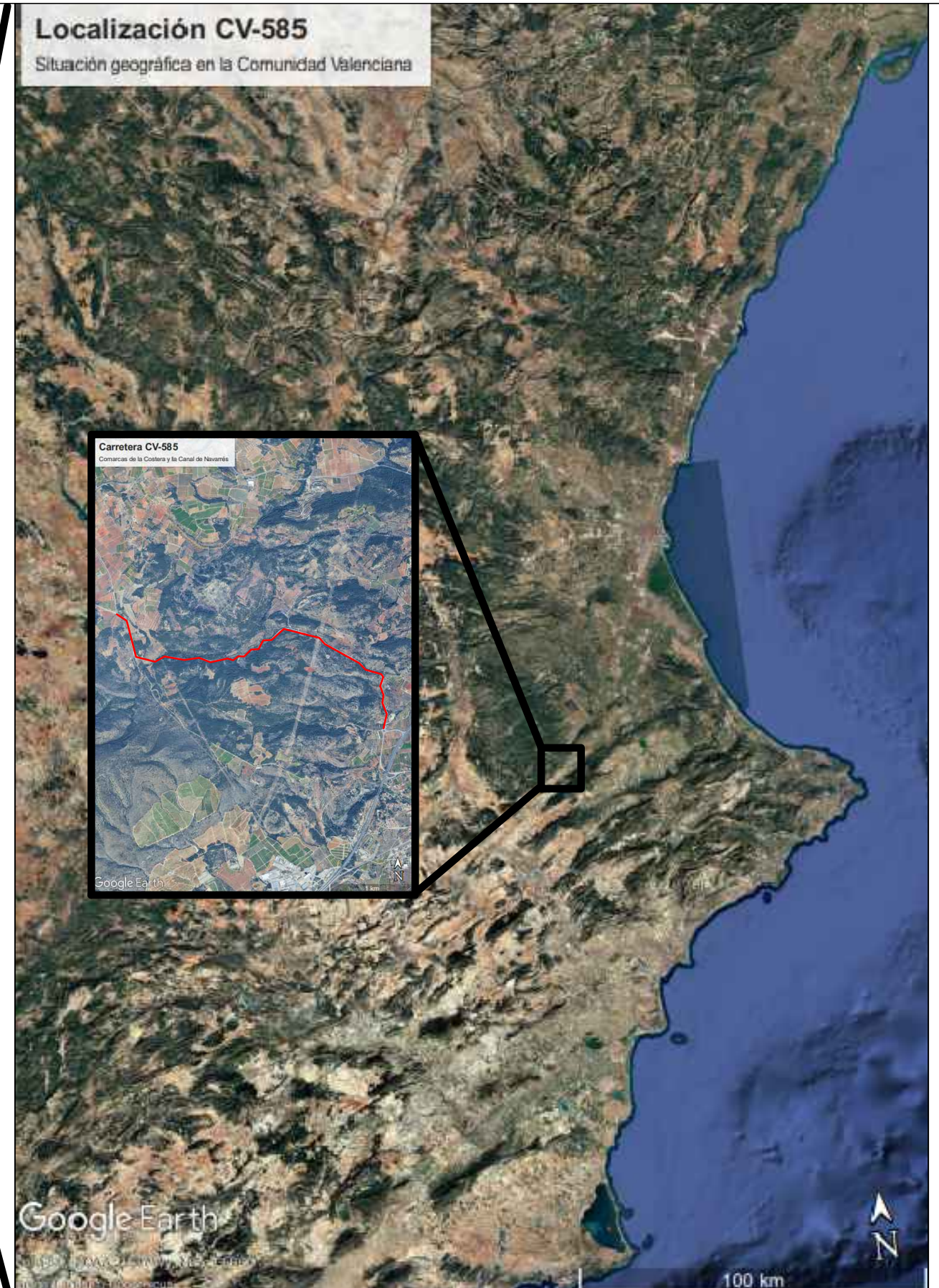
Autor: David Iserte Pastor

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Trabajo final de grado

Curso 2025/2026





|                                                                                                                    |                     |           |                                                                                                                                                                             |         |                   |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|-----------|
| UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA<br><br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE<br>CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | Autor:              | Fecha:    | Título:                                                                                                                                                                     | Escala: | Título del plano: | Plano Nº: |
|                                                                                                                    | David Iserte Pastor | Mayo 2026 | Estudios para el acondicionamiento de la carretera CV-585 entre el P.K. 1+450 (T.M. de Enguera) y el P.K. 6+000 (T.M. de Alcludia de Crespins), en la provincia de Valencia | Varias  | LOCALIZACIÓN      | 1         |
|                                                                                                                    |                     |           |                                                                                                                                                                             |         |                   | 1 DE 1    |

















































































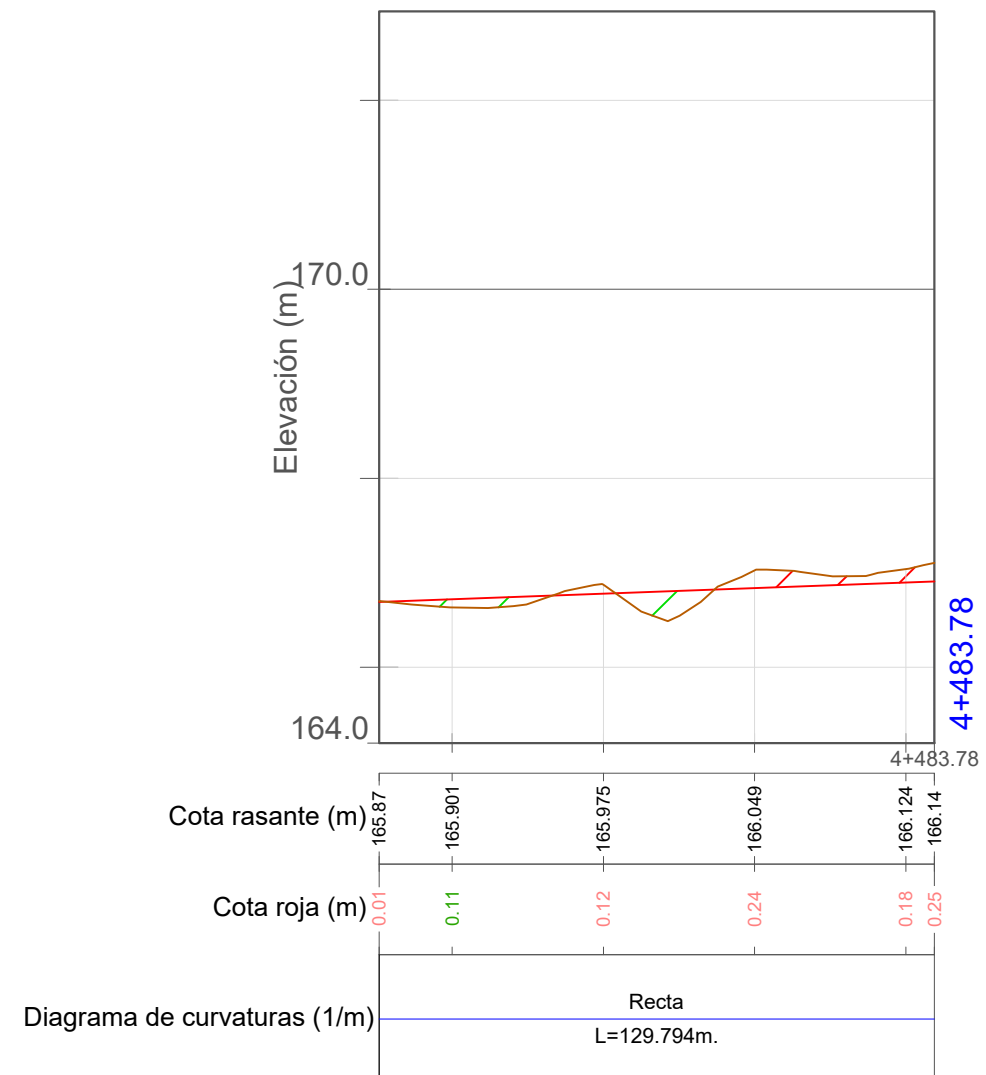
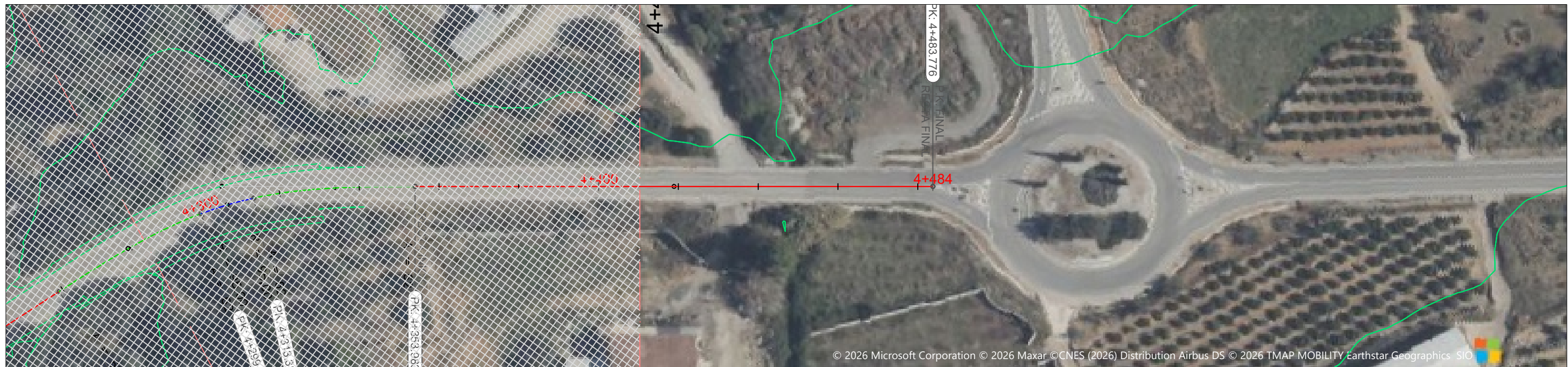












|                                                                                                                    |                     |           |                                                                                                                                                                            |         |                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------|-----------|
| UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA<br><br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE<br>CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | Autor:              | Fecha:    | Título:                                                                                                                                                                    | Escala: | Título del plano:            | Plano N°: |
|                                                                                                                    | David Iserte Pastor | Mayo 2026 | Estudios para el acondicionamiento de la carretera CV-585 entre el P.K. 1+450 (T.M. de Enguera) y el P.K. 6+000 (T.M. de Alcudia de Crespins), en la provincia de Valencia | 1:1000  | GEOMETRÍA EN PLANTA Y ALZADO | 27        |
|                                                                                                                    |                     |           |                                                                                                                                                                            |         |                              | 14 DE 14  |



Technical drawing of a road cross-section. The drawing shows a road with a 2% slope, indicated by arrows and the text "2%". The road is divided into sections with dimensions in meters (m). The dimensions are: 1,00 m, 3,50 m, 3,50 m, and 1,00 m. The road is shown with a 2% slope, indicated by arrows and the text "2%". The road is divided into sections with dimensions in meters (m). The dimensions are: 1,00 m, 3,50 m, 3,50 m, and 1,00 m. The road is shown with a 2% slope, indicated by arrows and the text "2%".

Medidas en cm

The diagram shows a trapezoidal object with a total height of 40 cm. The top edge is divided into three segments with heights of 4 cm, 5 cm, and 7 cm. The bottom edge is a single horizontal line. The object is drawn in a perspective view, with the top edge slightly curved upwards.

|                                                                                                                    |                                   |                         |                                                                                                                                                                                             |                           |                                                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|
| UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA<br><br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE<br>CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | Autor:<br><br>David Iserte Pastor | Fecha:<br><br>Mayo 2026 | Título:<br>Estudios para el acondicionamiento de la carretera CV-585<br>entre el P.K. 1+450 (T.M. de Enguera) y el P.K. 6+000 (T.M.<br>de Alcudia de Crespins), en la provincia de Valencia | Escala:<br><br>Sin escala | Título del plano:<br><br>DETALLE SECCIÓN DEL FIRME | Plano Nº:<br>28 |
|                                                                                                                    |                                   |                         |                                                                                                                                                                                             |                           |                                                    | 1 DE 1          |