



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## **Anejo Nº 1. Reportaje fotográfico**

Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la  
carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles,  
Provincia de Castellón.

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Valencia



## | Anejo N°1. Reportaje Fotográfico

# | Anejo N°1. Reportaje Fotográfico

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Reportaje Fotográfico .....	3

## | Anejo N°1. Reportaje Fotográfico

# Anejo N°1. Reportaje Fotográfico

## 1. Introducción

El objetivo de este anejo es el mostrar el estado actual en el que se encuentra el tramo objeto del ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CV-190 EN LA PUERTA DE ENTRADA A FIGUEROLES, PROVINCIA DE CASTELLÓN, con el que se basará el estudio de soluciones realizado así como permitirá desarrollar la solución adoptada posteriormente.

Para ello se va a realizar el reportaje fotográfico de la carretera CV-90 en el tramo objeto del estudio, el cual comprende entre el P.K. 14+159 hasta el P.K. 13+861.

## 2. Reportaje Fotográfico

Se ha realizado un reportaje fotográfico con el fin de representar la situación existente del tramo analizado, en base a ello se propondrán diversas soluciones para mejorar la seguridad vial de la carretera, las cuales se definirán y detallarán posteriormente en su anejo correspondiente.

Para una mayor claridad en la descripción de las fotografías realizadas, se ha tomado como margen derecho de la carretera el sentido ascendiente de los P.K., o lo que es lo mismo, el margen con sentido de circulación en dirección a Lucena del Sud, por lo contrario, el margen izquierdo queda establecido para el sentido a l'Alcora.



Foto nº 1: P.K. 13+840. Acceso a la calle del Camí de la Rabosera.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 2: P.K. 13+840. Vista general de la calzada sentido l'Alcora.



Foto nº 3: P.K. 13+845. Acceso a la calle del Camí de la Rabosera.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 4: P.K. 13+850. Vista general de la calzada.



Foto nº 5: P.K 13+860. Acceso a vivienda particular.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 6: P.K. 13+860. Acceso a vivienda particular.



Foto nº 7: P.K. 13+860. Acceso a vivienda particular.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 8: P.K. 13+865. Vista general de la calzada.

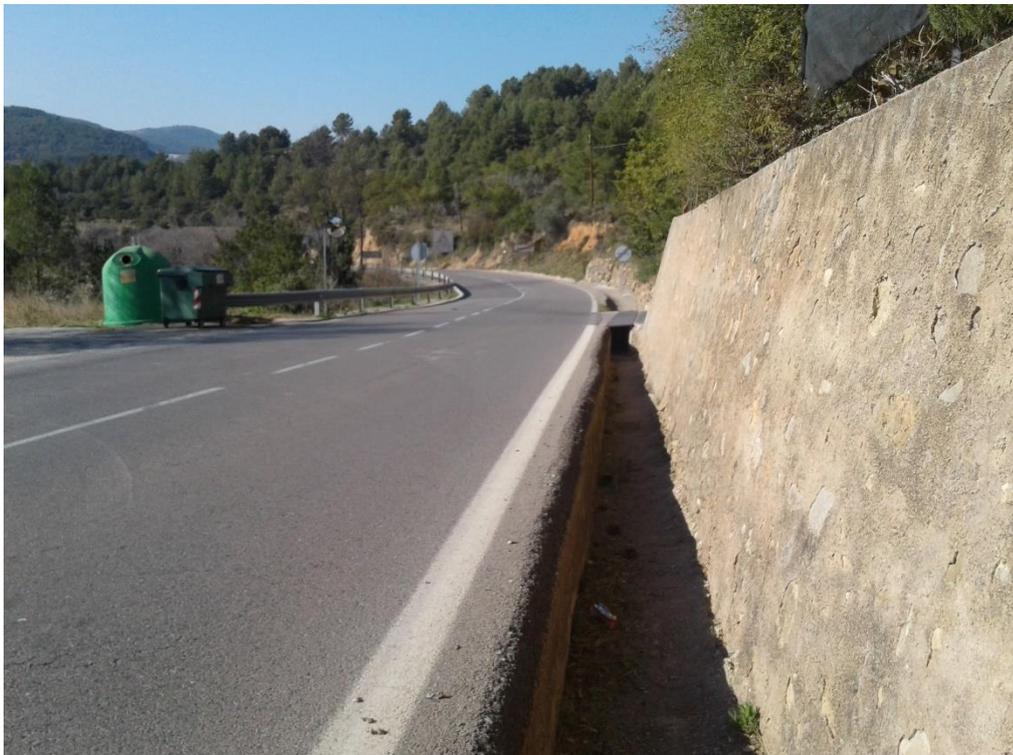


Foto nº 9: P.K. 13+885. Cuneta longitudinal en margen derecho.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 10: P.K. 13+900. Acceso a la calle del Camí de la Rabosera.



Foto nº 11: P.K. 13+915. Acceso a la calle del Tossalet.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 12: P.K. 13+915. Acceso a la calle del Tossalet.



Foto nº 13: P.K. 13+915. Acceso a la calle del Tossalet

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 14: P.K. 13+915. Acceso a la calle del Tossalet.



Foto nº 15: P.K. 13+925. Presencia de grietas transversales y peladuras en margen derecho

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 16: P.K. 13+925. Presencia de grietas transversales y peladuras en margen derecho



Foto nº 17: P.K. 13+930. Vista desde la calzada del río Lucena.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 18: P.K. 13+960. Cuneta longitudinal en margen derecho.



Foto nº 19: P.K. 13+930. Cuneta longitudinal en margen derecho.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 20: P.K. 13+930. Presencia de grietas en arcén y margen derecho.



Foto nº 21: P.K. 13+930. Presencia de grietas en arcén y margen derecho.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 22: P.K. 13+980. Vista general de la calzada.



Foto nº 23: P.K. 14+000. Vista general de la calzada.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 24: P.K. 13+980. Vista general de la calzada.



Foto nº 25: P.K. 13+950. Vista general de la calzada.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 26: P.K. 14+000. Presencia de grietas en margen izquierdo.



Foto nº 27: P.K. 14+040. Vista general de la calzada.

## Anejo N°1. Reportaje Fotográfico



Foto nº 28: P.K. 14+065. Vista general de la calzada.



Foto nº 29: P.K. 14+070. Estado de la Obra de Drenaje Transversal.



Foto nº 30: P.K. 14+070. Elementos de contención y Obra de Drenaje Transversal.



Foto nº 31: P.K. 14+070 Estado de la Obra de Drenaje Transversal.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## **Anejo Nº 2. Estudio de Alternativas**

Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la  
carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles,  
Provincia de Castellón.

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Valencia

## | Anejo N°2. Estudio De Alternativas

## Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Presentación de alternativas .....	3
I.	Glorieta .....	3
i.	Definición e Historia.....	3
ii.	Normativa aplicable .....	4
iii.	Casos indicados.....	4
iv.	Coste estimado .....	5
v.	Efectos en la mejora de la seguridad vial .....	6
II.	Chicane .....	6
i.	Definición e Historia.....	6
ii.	Normativa aplicable .....	10
iii.	Casos indicados.....	10
iv.	Coste estimado .....	11
v.	Efectos en la mejora de la seguridad vial .....	12
III.	Mediana con cojines .....	12
i.	Definición e Historia.....	12
ii.	Normativa aplicable .....	14
iii.	Casos indicados.....	14
iv.	Coste estimado .....	14
v.	Efectos en la mejora de la seguridad vial .....	15
IV.	Implantación de semáforos .....	16
i.	Definición e Historia.....	16
ii.	Normativa aplicable.....	17
iii.	Casos indicados.....	17
iv.	Coste estimado .....	18
v.	Efectos en la mejora de la seguridad vial .....	19
3.	Criterios propuestos .....	20
3.1	Criterios funcionales .....	20
3.1.1	Variación en la velocidad de operación.....	20
3.1.2	Variación en el volumen de tráfico .....	20
3.1.3	Vida útil.....	21
3.2	Criterios económicos .....	21
3.3	Criterios ambientales.....	21

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

3.4 Criterios sociales .....	21
4. Evaluación de los criterios .....	22
4.1 Criterios funcionales .....	22
4.1.1 Variación en la velocidad de operación .....	22
4.1.2 Variación en el volumen de tráfico .....	22
4.1.3 Vida útil .....	23
4.2 Criterios económicos .....	23
4.3 Criterios ambientales .....	23
4.4 Criterios sociales .....	24
5. Análisis multicriterio .....	24
Apéndice N° 1. ....	26

### 1. Introducción

El objeto de este anejo es realizar un estudio de alternativas que permita facilitar la elección de la actuación más ventajosa desde el punto de vista de la seguridad vial para el tramo analizado de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles.

La puerta de entrada debe constituir una zona de transición entre un tramo interurbano y un tramo urbano donde el conductor debe percibir según los elementos empleados como puerta de entrada una disminución en la velocidad de operación de la vía. La puerta de entrada puede estar conformada por uno o varios elementos, si bien es cierto que el uso de varios elementos deberá estar fundamentada en emplear distintas funciones reductoras que permitan alcanzar la velocidad objetivo en la travesía.

Los elementos que conformen la puerta de entrada deberán de estar ubicados en las inmediaciones al casco urbano, además, deberán de estar lo suficientemente espaciados de los elementos reductores de velocidad ubicados en el entorno urbano. Una distancia de 100 metros entre la puerta de acceso y los elementos moderadores garantiza que se cumplan las condiciones de seguridad de los conductores y peatones que transitan por el municipio.

### 2. Presentación de alternativas

Se ha realizado un reportaje fotográfico con el fin de representar la situación existente del tramo analizado, en base a ello se propondrán diversas soluciones para mejorar la seguridad vial de la carretera, las cuales se definirán y detallarán posteriormente en su apartado correspondiente.

A continuación, se van a presentar y desarrollar cada una de las alternativas para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de acceso a Figueroles. Se proponen principalmente 4 alternativas, entre las cuales se distinguen: Rotonda, Chicane, Mediana y Cojines e Implantación de semáforos.

#### I. Glorieta

##### i. Definición e Historia

Se define glorieta o rotonda a un tipo de nudo constituido por una calzada anular con sentido de circulación único que conecta varias vías de acceso a la misma mediante patas o ramales. En las patas se suelen ubicar las isletas para separar los carriles de entrada y salida a la glorieta, así como imponer inflexiones adecuadas en la trayectoria de los vehículos que deben aminorar su velocidad antes de entrar en la calzada anular. El islote central de la calzada anular suele estar sobreelevado, donde el bordillo tiene una función delimitadora de la calzada, y en algunos casos se pueden ubicar elementos de ajardinamiento con el fin de aumentar la integración paisajística del nuevo elemento de la vía.



Figura 1: Vista general de una glorieta de 3 ramales.

El funcionamiento de la glorieta es la circulación de los vehículos dentro de la calzada anular con sentido único de circulación, teniendo estos prioridad de paso frente a los vehículos que se encuentran en las patas o ramales. Este funcionamiento exige que los vehículos que circulen por la calzada tengan una velocidad reducida, así como que los vehículos provenientes de los ramales de entrada se adecuen a los espacios existentes entre los vehículos que circulan por la calzada anular. Constituye por tanto un tipo de intersección con un sistema propio de autorregulación, por lo que no requiere semaforización para el correcto funcionamiento del tráfico.

### ii. Normativa aplicable

Durante la elaboración de este subapartado del anejo se han consultado las siguientes normas o recomendaciones:

- ✓ Recomendaciones para el diseño de Glorietas en carreteras suburbanas

### iii. Casos indicados

El empleo de glorietas como intersección se aconseja especialmente en vías conflictivas que están conectadas mediante intersecciones en T y presentan un peligro para la seguridad vial o en intersecciones donde conectan más de cuatro ramales.

Las glorietas no suponen ningún cambio significativo en la composición del tráfico, por lo que están aconsejadas en vías donde se pretenda no afectar a los vehículos pesados, autobuses y vehículos de emergencia. Sin embargo, no son recomendables si en el tramo de la vía presenta flujos altos de peatones y ciclistas, ya que incrementan los recorridos de ambos al pasar por la intersección.

También están indicadas para aquellas intersecciones que supongan giros muy bruscos en la trayectoria de los vehículos que la atraviesan, así como en intersecciones donde se desee facilitar los giros a izquierdas para disminuir el riesgo que estos suponen.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

Por último, las glorietas pueden realizar una función informadora para el conductor cuando se produzca un cambio en la funcionalidad de la vía o una transición entre una zona fuera de poblado y una zona urbana.

### iv. Coste estimado

Se ha realizado un estudio básico del coste que supondría adoptar dicha solución teniendo en cuenta las condiciones más frecuentes del elemento analizado.

En este caso en particular se han considerado las siguientes dimensiones para determinar el coste estimado de la alternativa:

- ✓ Diámetro exterior: 40 metros.
- ✓ Ancho de carril de entrada y salida: 3,5 metros.
- ✓ Ancho de la corona circular: 8 metros.
- ✓ Longitud de los ramales de entrada y salida : 100 metros



Figura 2: Esquema visual de la alternativa 1

Los precios empleados para determinar el coste estimado de la alternativa presentada anteriormente se han basado en distintas bases de precios como la Orden Circular 37/2016 Base De Precios De Referencia De La Dirección General De Carreteras y la base de precios del Instituto Valenciano de Edificación entre otros.

## Anejo Nº2. Estudio De Alternativas

Finalmente, el coste estimado para la implantación de una glorieta convencional de 2 ramales y un diámetro exterior de 40 metros es de **420.955,92 €**, incluyendo un 13 % de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial.

En el Apéndice Nº 1 del presente Anejo se muestra un resumen del coste de la alternativa donde se detallan las mediciones y precios unitarios adoptados.

### v. Efectos en la mejora de la seguridad vial

A continuación, se va a analizar el impacto en la seguridad vial que supondría adoptar la alternativa anteriormente mencionada.

Para el tramo objeto del estudio, los datos obtenidos de la campaña de aforamiento del año 2020 de la Generalitat Valenciana, se determina la velocidad de circulación de los vehículos en el punto de medida (estación 190020) y los valores estadísticos V50 V85 y V99.

Carretera	Tramo	Tipo de Vía	Intensidad	V50	V85	V99
CV-190	190020	Convencional	1285	51	62	77

Figura 3: Velocidades de operación recogidas por la estación de aforo.

Tal y como se expone en *Engineering Countemeasures for Reducing Speeds: A desktop reference of potential Effectiveness*, la implantación de una glorieta en las inmediaciones de una travesía puede suponer una reducción en la velocidad de circulación de los vehículos de hasta 30 km/h, con velocidades de operación dentro de la calzada anular de entre 30 y 40 km/h. Los resultados de esta solución y su impacto sobre la seguridad vial pueden variar notablemente según la ubicación de la glorieta.

Suponiendo que el tramo analizado dispone de una velocidad de operación de 62 km/h, lo que corresponde a la velocidad máxima del 85% de los vehículos durante la campaña de aforo, la implantación de una glorieta puede suponer una disminución aproximada de 30 km/h, lo que da lugar a una velocidad de los vehículos tras la puerta de entrada de 32 km/h, velocidad adecuada para el tránsito de vehículos por el término municipal de Figueroles.

## II. Chicane

### i. Definición e Historia

Según la Real Academia Española se define el término Chicane como conjunto de curvas pronunciadas cuyo fin es reducir la velocidad de los vehículos motorizados en un circuito de carreras.



*Figura 4: Vista general de una chicane en un circuito*

Se dice que la primera chicane instaurada en la historia en un circuito de carreras tuvo lugar en el circuito de Pescara, Italia, en el año 1957, donde se intentaron construir en los 25 km del circuito dos chicanes para intentar reducir las grandes velocidades que alcanzaban los automóviles en la larga recta principal.

A partir de este hito, se han empleado en numerosos circuitos para aumentar la seguridad del automovilismo deportivo, no obstante, restan emoción al espectáculo automovilístico y afecta a la funcionalidad de la pista desluciendo las actuaciones de los vehículos motorizados. A partir de los accidentes mortales en el circuito de Imola en 1994, las chicanes se han podido presenciar en circuitos emblemáticos como en Silverstone, Spa-Francorchamps o en el circuito de Cataluña en España.



*Figura 5: Vista general de una chicane*

Las chicanes también se han empleado dentro del entorno urbano como elemento moderador del tráfico. Consisten en una desviación del eje de la calzada lo que supone un cambio en la trayectoria del vehículo, normalmente con un desplazamiento lateral superior a los 2 metros.



Figura 6: Fotografía de una chicane dentro de una zona urbana

Se pueden implantar las chicanes tanto en las proximidades a una zona urbana como dentro de la misma. En el primer caso la función que desarrollan es crear una ruptura entre la carretera existente y la nueva travesía. Dentro del entorno urbano, las chicanes permiten garantizar que los vehículos que circulan por la vía circulen conforme a las limitaciones de velocidad establecidas.

Dentro de las chicanes, existen diferentes tipologías, entre ellas se pueden diferenciar principalmente:

- Chicane con isleta central
- Chicane sin isleta central

Dentro de las chicanes con isleta central se pueden distinguir:

- ✓ Chicane simétrica
- ✓ Chicane asimétrica

En el caso de la chicane simétrica, tanto el carril de entrada como de salida a la zona urbana experimentan un desplazamiento lateral idéntico, lo que supone una mejor percepción del elemento moderador. Esta tipología de chicane es la más comúnmente empleada en las proximidades a los municipios.

Las chicanes asimétricas, por otra parte, se caracterizan por no disponer del mismo desplazamiento lateral en el carril de entrada y salida. Generalmente, se encuentra con un desplazamiento de la trayectoria de los vehículos que circulan por el carril de entrada al municipio, pero no varían la trayectoria de los que circulan en el sentido contrario.

Como ventajas, este último tipo de chicanes, presentan una menor ocupación del terreno, lo que se traduce en muchas ocasiones con una disminución del coste de la medida.

Además, se consigue una menor afección al tráfico de salida del término municipal, el cual en ciertas ocasiones no es necesario moderar su velocidad, lo que se traduce en una mayor satisfacción de los usuarios que circulan por la vía.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

Como desventaja puede ocurrir que algunos usuarios que circulen de noche o cuando el tráfico sea débil se vean tentados a circular por el carril contrario con el fin de no pasar por el elemento moderador.

A continuación, se muestran unas imágenes con cada tipo de chicane:

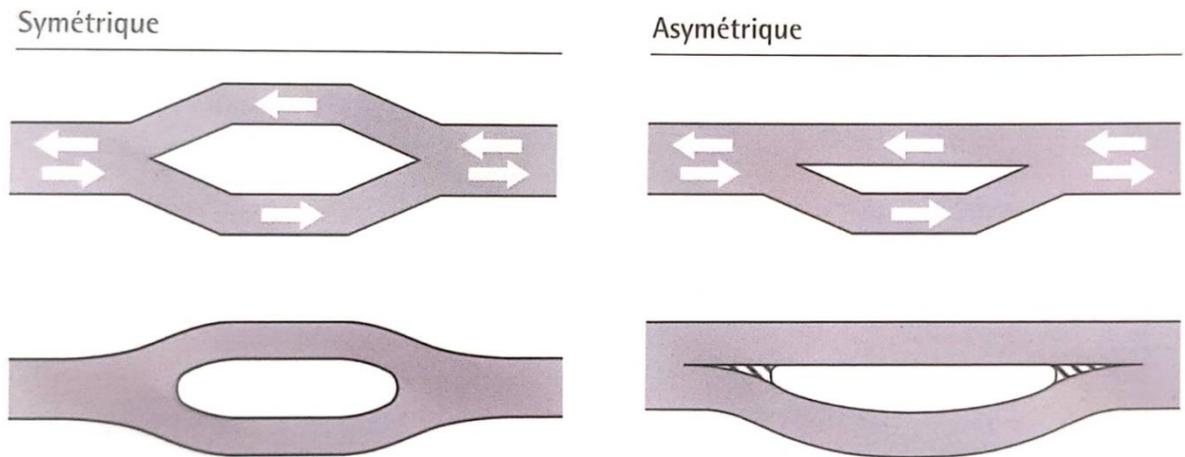


Figura 7: Esquema visual con los tipos de chicane recogidos en la Guide des chicanes et écluses sur voiries urbaines

Dentro de las chicanes sin isleta central se pueden distinguir:

- ✓ Chicane simple
- ✓ Chicane doble

La chicane simple experimenta un desplazamiento lateral de ambos carriles en una dirección, por lo que solamente dispone de un tramo con desplazamiento lateral. En el caso de la chicane doble, se compone de dos tramos con desplazamientos laterales unidos por un tramo paralelo.

En caso de emplear chicane sin isleta, es preferible optar por un desvío de la trayectoria de los vehículos hacia la izquierda con el objetivo de evitar situaciones de riesgo por colisión frontal en el desvío, especialmente en la entrada a una zona urbanizada.

La principal ventaja que presentan las chicanes sin isleta central es su adaptación a las velocidades de aproximación del orden de 50 km/h. Por otra parte, si las velocidades de aproximación son elevadas en el tramo previo a la chicane, existe un riesgo de que el elemento moderador sea menos visible al no estar delimitado de una manera clara la separación entre los flujos de tráfico.

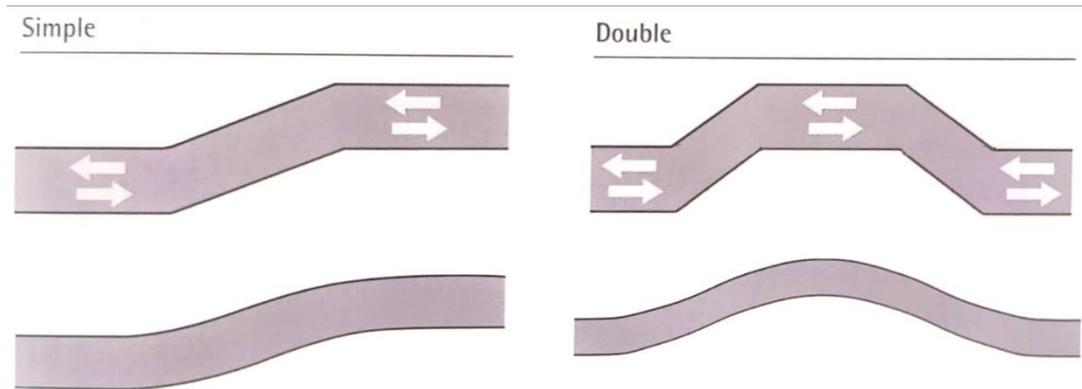


Figura 8: Esquema visual con los tipos de chicane sin isleta central recogidos en la Guide des chicanes et écluses sur voiries urbaines

### ii. Normativa aplicable

Para poder realizar este apartado se han consultado los Criterios Técnicos De Diseño E Implantación dentro del documento A5 Definición De Exigencias Y Recomendaciones del proyecto Modetra con fecha de 28 de febrero de 2011 en la que participa la Universidad Politécnica de Valencia junto a las compañías Cidaut, Etra I+D y Typsa.

Para el trazado en planta se van a seguir las recomendaciones recogidas en la Guide des chicanes et écluses sur voiries urbaines de CERTU.

### iii. Casos indicados

La implantación de chicanes se recomienda especialmente en vías donde se pretenda reducir la velocidad de entrada a la misma, si bien es cierto que puede ser desaconsejable en algunos casos cuando la Intensidad Media Diaria supere los 3000 vehículos por día en el caso de travesías o 2000 vehículos por día en vías urbanas.

También está recomendada para los tramos donde se desea resaltar la transición entre un área urbana y un área periurbana, donde se deba realizar un movimiento lateral para sortear el obstáculo y pasar a través de la chicane.

Es importante resaltar que para emplear dicha solución para moderar el tráfico la vía debe disponer de una buena visibilidad para poder ser percibida por el conductor y poder aminorar la marcha siguiendo el nuevo cambio en planta de la carretera.

El empleo de chicanes como elementos de moderación del tráfico y de las velocidades de los vehículos motorizados pueden suponer un decrecimiento del número de aparcamientos cuando se ubiquen dentro de zonas urbanas, por lo que no se recomienda en municipios con escasez de aparcamientos públicos.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

Además, un diseño muy restrictivo donde la geometría sea muy acentuada puede condicionar la circulación de vehículos de transporte de viajeros como pueden ser los autobuses o vehículos de emergencia. Sin embargo si se proyecta la chicane para este tipo de vehículos puede reducir la efectividad de de la medida y no modificar la velocidad de los vehículos convencionales.

### iv. Coste estimado

Se ha realizado un estudio básico del coste que supondría adoptar dicha solución teniendo en cuenta las condiciones más frecuentes del elemento analizado. Para la mayoría de las chicanes analizadas en el estudio que muestra el artículo “La chicane como puerta de entrada a travesía en carreteras en servicio”, la longitud de las chicanes alcanzaba los 60 metros y suponían un sobreancho de la plataforma de 3 metros.

Se ha realizado la siguiente propuesta de chicane con el fin de elaborar un estudio básico del coste que supondría adoptar esta medida. Sus principales dimensiones son:

- ✓ Ancho de carril de entrada y salida: 3,5 metros
- ✓ Retranqueo lateral de los carriles: 3,5 metros
- ✓ Longitud de las transiciones de entrada, salida e intermedia: 20 metros.
- ✓ Longitud total de la chicane: 60 metros.



Figura 9: Esquema visual de la alternativa 2.

## Anejo Nº2. Estudio De Alternativas

Los precios empleados para determinar el coste estimado de la alternativa presentada anteriormente se han basado en distintas bases de precios como la Orden Circular 37/2016 Base De Precios De Referencia De La Dirección General De Carreteras y la base de precios del Instituto Valenciano de Edificación entre otros.

Finalmente, el coste estimado para la implantación de una chicane de puerta de entrada con longitud de 60 metros y desplazamiento lateral de 3,5 metros es de **123.934,48 €**, incluyendo un 13 % de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial.

En el Apéndice Nº 1 del presente Anejo se muestra un resumen del coste de la alternativa donde se detallan las mediciones y precios unitarios adoptados.

### v. Efectos en la mejora de la seguridad vial

A continuación, se va a analizar el impacto en la seguridad vial que supondría adoptar la alternativa anteriormente mencionada.

Para el tramo objeto del estudio, tal y como se ha definido en el apartado 2.a.v “Efectos en la mejora de la seguridad vial, Rotonda” del presente anejo, se adopta una velocidad de operación de los vehículos que circulan por el tramo analizado de 62 km/h.

En función del diseño y ubicación de la chicane variara la efectividad de la implantación de la medida en la mejora de la seguridad vial. La inserción de una chicane como puerta de acceso a Figueroles de la carretera CV-190 puede suponer una disminución de la velocidad de entre 20 y 30 km/h.

Según el artículo “La chicane como puerta de entrada a travesía en carreteras en servicio” de la revista Cimbra, escrito por el ingeniero Soria Campos, donde se compara la implantación de una travesía en distintos escenarios se concluye tras la realización del estudio que la V85 de los vehículos se redujo en torno a 25 km/h en el entorno de la chicane.

Es por tanto que para una velocidad de operación de 62 km/h, la implantación de una chicane como medida para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-190 en las inmediaciones al termino municipal de Figueroles puede suponer una velocidad de entrada al municipio de aproximadamente 35 km/h.

## III. Mediana con cojines

### i. Definición e Historia

Se define mediana como franja divisoria situada en mitad de una carretera cuyo objetivo es separar físicamente los dos sentidos del tráfico, impidiendo el paso entre carriles de dirección contraria.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

En carreteras convencionales suele disponerse en forma de bordillo de cierta altura de manera que evite la posibilidad de que los vehículos se cambian de carril de circulación. Normalmente están conformadas de hormigón en su totalidad, sin embargo, en muchas ocasiones pueden contener elementos de ajardinamiento como arbustos o setos.



*Figura 10: Vista general de mediana en autopista.*

Se suelen encontrar en inmediaciones a rotondas o cruces, aunque también se encuentran en autopistas y autovías, donde pueden estar delimitadas por barreras de seguridad metálicas, bionda, o de tipo New Jersey de hormigón.

Además de implantar una mediana entre ambos carriles de circulación, la alternativa contempla incorporar cojines para disminuir la velocidad de los vehículos que transitan por el tramo objeto del estudio.

Los cojines son una tipología de resaltos en la carretera que no ocupan todo el ancho de la calzada. De esta manera los vehículos pesados y motocicletas pueden sortear el obstáculo sin reducir las velocidades de paso de estos, mientras que los vehículos ligeros se ven afectados al tener que remontarlos al disponer de un menor ancho entre ruedas.

Sus características geométricas pueden variar en tamaño y forma, pudiendo verse con formas circulares, ovalada o rectangular. Las longitudes suelen oscilar entre 2 y 3,70 metros, y la anchura entre 1,4 y 2 metros. La altura máxima recomendada es de 8 centímetros con el fin de no dañar la parte inferior del chasis de los vehículos que circulan por la carretera.

Se deben ubicar con una distancia mínima de entre 15 y 20 metros de intersecciones o paso de peatones, teniendo especial importancia la pérdida de adherencia de las ruedas de los vehículos en su paso por elemento y la variación de la distancia de frenado.

Se pueden ubicar varios dispositivos consecutivos que deberán cumplir un espaciamiento entre 90 y 120 metros según las recomendaciones recogidas en la Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la red de carreteras del estado.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

### ii. Normativa aplicable

Durante la elaboración de este subapartado del anejo se han consultado las siguientes normas o recomendaciones:

- Instrucción Técnica Para La Instalación De Reductores De Velocidad Y Bandas Transversales De Alerta En Carreteras De La Red De Carreteras Del Estado.
- Criterios Técnicos De Diseño E Implantación dentro del documento A5 Definición De Exigencias Y Recomendaciones del proyecto Modetra

### iii. Casos indicados

El empleo de la mediana está indicado en los casos donde se pretenda reducir la velocidad de los vehículos que circulan por una carretera. Esta reducción de la velocidad vendrá ocasionada por una reducción en el ancho de la vía, la cual no podrá ser inferior a 3 metros por carril de circulación en los casos donde haya un carril por sentido y 4 metros en los casos donde el carril sea compartido entre ambos sentidos.

Los cojines son recomendados para tramos de via donde se pretende reducir la velocidad de los vehículos sin afectar ni a los vehículos pesados ni a las motocicletas. Es por ello por lo que son interesantes cuando en el tramo analizado discurren autobuses de línea o vehículos de emergencia de forma periódica.

No son recomendados para tramos interurbanos, aunque pueden constituir la puerta de entrada a un municipio si se combinan con otras medidas que reduzcan la velocidad de entrada.

### iv. Coste estimado

Para esta alternativa, se ha optado por ejecutar una mediana de aproximadamente 100 metros de longitud y 1 metro de ancho .Se pretende con la reducción del ancho de carril de entrada y salida de 3,5 metros a 3 metros reducir la percepción de seguridad de los conductores que circulan por la vía, reduciendo de este modo la velocidad de circulación por la misma. Posteriormente se instalaran dos cojines prefabricados para garantizar que los vehículos circulan a una velocidad igual o inferior a 50 km/h en la entrada al municipio.



Figura 11: Esquema visual de la alternativa 3.

Los precios empleados para determinar el coste estimado de la alternativa presentada anteriormente se han basado en distintas bases de precios como la Orden Circular 37/2016 Base De Precios De Referencia De La Dirección General De Carreteras y la base de precios del Instituto Valenciano de Edificación entre otros.

Finalmente, el coste estimado para la implantación de una mediana de longitud de 100 metros junto a dos dispositivos reductores de velocidad tipo cojín es de **31.101,84 €**, incluyendo un 13 % de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial.

En el Apéndice N° 1 del presente Anejo se muestra un resumen del coste de la alternativa donde se detallan las mediciones y precios unitarios adoptados.

### v. Efectos en la mejora de la seguridad vial

La implantación de una mediana en las inmediaciones de la travesía supone una reducción en la velocidad de operación de 4 km/h, según se indica en US Traffic Calming Manual (Ewing et al., 2009), lo que da lugar a una velocidad de operación en la salida de la mediana de aproximadamente 58 km/h.

Si se combina con los elementos de reductores tipo cojines, tal y como se afirma en el estudio Speed Change Management for New Zealand Road llevado a cabo por Charlton, S.S. and P.H. Baas, se consigue una reducción de la velocidad media de recorrido de 16 km/h, obteniendo velocidades de operación en la entrada a la travesía de 42 km/h.

Además, tanto el uso de medianas como de reductores de velocidad tipo cojín pueden suponer una disminución de los niveles de tráfico, dependiendo de la localización y características geométricas de los mismos.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

### IV. Implantación de semáforo

#### i. Definición e Historia

Los semáforos son dispositivos de señales ubicados en intersecciones y otros lugares donde se pretende regular el tráfico de vehículos y de peatones. Mediante un sistema de luces tipo LED de colores rojo, ámbar y verde se comunica al conductor del vehículo quien tiene la posibilidad de transitar en el paso por una carretera y quien debe detenerse.

El primer semáforo implantado fue en Londres, Reino Unido, en 1868. Fue diseñado por el ingeniero ferroviario John Peake Knight, en un principio era manual por lo que debía de ser controlado por un policía. El sistema fue mejorando a medida que la industria automovilística fue creciendo, principalmente en Estados Unidos en la década de 1910 y 1920 tras la introducción del modelo en T por parte de Henry Ford.

Actualmente el uso de semáforos con control de velocidad automáticos puede constituir la puerta de entrada a un municipio. El funcionamiento del dispositivo se basa en estar en la fase ámbar la mayoría del tiempo, si bien puede cambiar a la fase en rojo cuando detecta que la velocidad de aproximación de un vehículo motorizado supera el valor umbral previamente establecido. Es por ello por lo que constituye una buena medida para reducir las velocidades de operación de los vehículos entrantes a una travesía.



*Figura 12: Vista de la señalética a semáforo con control de velocidad en la carretera N-234 a su paso por Cidones, Castilla y León.*

## Anejo Nº2. Estudio De Alternativas

### ii. Normativa aplicable

Para la elaboración de este apartado se ha tenido en consideración la siguiente normativa específica:

- Pliego de Prescripciones Técnicas del Contrato de Gestión Inteligente del Tráfico de la ciudad de Valencia.
- Normas UNE 199021. Equipamiento para la Gestión de Tráfico. Reguladores de tráfico.
- Normas UNE 135401. Equipamiento para la Gestión de Tráfico. Reguladores de tráfico.
- Normas UNE 61000-3. Compatibilidad electromagnética.
- UNE-EN 12368 (EQUIPOS DE CONTROL DE TRÁFICO. CABEZAS DE SEMÁFORO)

### iii. Casos indicados

La regulación de un tramo de vía mediante semáforos con control de velocidad está indicado para las zonas de acceso a travesías y en las zonas urbanas de las travesías.

No serán factores limitantes para la implantación del elemento la intensidad del tráfico ni la composición del mismo.

Esta indicado para velocidades de aproximación de los vehículos superiores a 50 kilómetros por hora. Especialmente para mejorar la seguridad vial en los cruces de peatones, así como a la entrada al municipio.

Para que la medida sea efectiva, se deberá señalar adecuadamente la implantación del nuevo dispositivo en la vía con el fin de que el conductor lo perciba con suficiente antelación. El cartel de la señalética dispondrá de un mensaje "A más velocidad semáforo cerrado".



Figura 13: Vista de la señalética a semáforo con control de velocidad en la carretera N-234 a su paso por Cidones, Castilla y León.

Además, se puede instalar complementariamente al semáforo con control de velocidad un sistema de foto rojo que identifique a los vehículos que incumplen la detención ante la fase en rojo del semáforo.

#### iv. Coste estimado

Se ha realizado un estudio básico del coste que supondría adoptar dicha solución teniendo en cuenta las condiciones más frecuentes del elemento analizado.

Para este caso en particular, se ha propuesto emplear un semáforo con dispositivo foto rojo localizado a 120 metros de la entrada al municipio, esta solución irá acompañada de su correspondiente señalización vertical y horizontal además de barrera de seguridad en el tramo donde se localice el nuevo elemento en la vía.



Figura 14: Esquema visual de la alternativa 4

Los precios empleados para determinar el coste estimado de la alternativa presentada anteriormente se han basado en distintas bases de precios como la Orden Circular 37/2016 Base De Precios De Referencia De La Dirección General De Carreteras y la base de precios del Instituto Valenciano de Edificación entre otros.

El coste estimado para la implantación de un semáforo de control de velocidad con dispositivo foto rojo junto a los elementos de señalización y defensa correspondientes asciende a **37.961,00 €**, incluyendo un 13 % de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial.

En el Apéndice N° 1 del presente Anejo se muestra un resumen del coste de la alternativa donde se detallan las mediciones y precios unitarios adoptados.

### v. Efectos en la mejora de la seguridad vial

Desde el punto de vista de la seguridad vial, la implantación de un semáforo reduce en gran medida la probabilidad de que los conductores excedan la velocidad límite de la vía para no sufrir una demora en caso de que el semáforo cambie a fase en rojo. Desde el punto de vista de la velocidad se considera que los vehículos, con una velocidad de operación de 62 km/h desaceleran hasta alcanzar una velocidad entre 40 y 50 km/h.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el semáforo se va a introducir en una vía con tráfico regular de vehículos pesados. Por ello se deberá instalar un báculo en el lateral de la vía que puede agravar las consecuencias en el caso de siniestro de un vehículo en dicha localización de la vía. Es por ello que la implantación de un nuevo elemento en la vía debe

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

ir acompañada de una barrera de seguridad metálica comprendiendo un tramo anterior y posterior al mismo no inferior a 25 metros.

### 3. Criterios propuestos

Una vez presentadas todas las alternativas en el anterior apartado, se va a exponer los distintos criterios que se deberán tener en consideración a la hora de evaluar las alternativas. Fundamentalmente se dividen en cuatro tipos de criterios:

- ✓ Criterios funcionales
- ✓ Criterios económicos
- ✓ Criterios ambientales
- ✓ Criterios sociales

#### 3.1 Criterios funcionales

El presente estudio de soluciones pretende implantar la alternativa más provechosa para mejorar la seguridad vial en la travesía que cruza al municipio de Figueroles, provincia de Castellón. Todas las alternativas que se han presentado anteriormente se adaptan al tipo de vehículos que circulan por el tramo objeto del estudio, por lo que la adaptabilidad al tráfico existente no se ha tenido en cuenta en esta fase del estudio.

Dentro de los criterios funcionales se deberá tener en cuenta una serie de factores que definen la idoneidad de cada alternativa. Entre ellos se distinguen: variación en la velocidad de operación, variación en el volumen de tráfico y la vida útil.

##### 3.1.1 Variación en la velocidad de operación

Sin duda alguna la velocidad de entrada al municipio es un factor fundamental a la hora de evaluar la seguridad vial de un tramo de vía. La velocidad de operación a la entrada al municipio por los vehículos que transitan nunca deberá ser superior a 50 kilómetros por hora, ya que se trata de un entorno urbano, siendo aconsejable una velocidad de operación inferior que garantice la seguridad de los peatones y usuarios de la vía.

##### 3.1.2 Variación en el volumen de tráfico

Una variación en el volumen de tráfico de un tramo determinado de la vía puede suponer una disminución en los casos de siniestralidad y accidentabilidad en el mismo. Es por ello, que siempre y cuando la implantación de la medida se adapte a los vehículos que circulen por la vía, como por ejemplo que satisfagan los radios de giro de los vehículos pesados, una disminución de los volúmenes de tráfico se evaluara de una manera positiva desde el punto de vista de la seguridad vial.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

### 3.1.3 Vida útil

Se define como vida útil el periodo de tiempo en el cual una determinada alternativa opera de manera efectiva para la función por la que fue implantada. Desde el punto de vista de la seguridad vial se preferirá adoptar medidas longevas con el objetivo de evitar imprevistos que puedan ocasionar incidentes en la vía en un futuro.

Además, se tendrá en cuenta la posible incorporación de otra medida o la ejecución de una variante de la CV-190 por el exterior al término de Figueroles, por lo que se valora la compatibilidad de la alternativa respecto a actuaciones futuras.

### 3.2 Criterios económicos

En este apartado se valorará la viabilidad de la inversión de cada una de las alternativas frente al coste de estas. El coste económico será uno de los factores más limitantes a la hora de seleccionar que medida adoptar, siempre y cuando se satisfagan el resto de los criterios de una manera adecuada.

### 3.3 Criterios ambientales

En este apartado se valorará el impacto ambiental que supondrá la implantación de una determinada medida, esta se determinará en función de la cantidad de material necesario para ejecutarla, del tipo de materiales que se empleen y del posible impacto que una medida pueda suponer sobre la flora y la fauna. Además, se tendrá en consideración el impacto visual que tengan sobre el medio existente.

### 3.4 Criterios sociales

En este apartado se contemplarán todos los factores que conciernen tanto a los usuarios de la vía como a los vecinos del término municipal de Figueroles.

En primer lugar, una expropiación del terreno para la ejecución de una determinada alternativa no solamente supondrá un coste económico, valorado anteriormente, sino que también supondrá un coste social al propietario de la parcela.

A su vez, se valorará de manera conjunta la comodidad del propietario del vehículo en su paso por el obstáculo o medida implementada, dependiendo esta de la velocidad de entrada y otros factores geométricos, y del plazo de ejecución de la medida, que implicará una afección directa a los usuarios de la vía y a los vecinos del municipio.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

### 4. Evaluación de los criterios

A continuación, se van a adjuntar los resultados obtenidos de cada alternativa planteada según el criterio analizado. La justificación de estos resultados se ha explicado en el apartado anterior en la definición de cada criterio que se va a contemplar en el presente estudio.

Cada alternativa se evaluará con un valor numérico entre 1 y 5, siendo 1 la situación más desfavorable y 5 la situación más favorable.

#### 4.1 Criterios funcionales

Los resultados obtenidos según los criterios funcionales se muestran en las siguientes tablas:

##### 4.1.1 Variación en la velocidad de operación

VARIACIÓN EN LA VELOCIDAD	RESULTADOS	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	-48%	5
ALTERNATIVA 2	-44%	4
ALTERNATIVA 3	-13%	1
ALTERNATIVA 4	-19%	1

Figura 15: Valoración de la variación en la velocidad

##### 4.1.2 Variación en el volumen de tráfico

VARIACIÓN VOLUMEN DE TRÁFICO	RESULTADOS	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	-	3
ALTERNATIVA 2	-	3
ALTERNATIVA 3	-16%	4
ALTERNATIVA 4	-	3

Figura 16: Valoración en la variación del volumen de tráfico.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

### 4.1.3 Vida útil

VIDA ÚTIL	RESULTADOS	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	largo plazo	5
ALTERNATIVA 2	largo plazo	5
ALTERNATIVA 3	medio plazo	3
ALTERNATIVA 4	medio plazo	3

Figura 17: Valoración de la vida útil.

### 4.2 Criterios económicos

Los resultados obtenidos según los criterios económicos se muestran en la siguiente tabla:

CRITERIOS ECONÓMICOS	COSTE ECONÓMICO	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	420.955,00 €	1
ALTERNATIVA 2	123.934,00 €	3
ALTERNATIVA 3	31.101,00 €	4
ALTERNATIVA 4	37.961,00 €	4

Figura 18: Valoración de los criterios económicos.

### 4.3 Criterios ambientales

Los resultados obtenidos según los criterios ambientales se muestran en la siguiente tabla:

CRITERIOS AMBIENTALES	VOLUMEN MATERIALES EMPLEADOS	IMPACTO VISUAL	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	muy elevado	elevado	2
ALTERNATIVA 2	elevado	moderado	3
ALTERNATIVA 3	elevado	moderado	3
ALTERNATIVA 4	moderado	ligero	4

Figura 19: Valoración de los criterios ambientales.

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

### 4.4 Criterios sociales

Los resultados obtenidos según los criterios sociales se muestran en la siguiente tabla:

CRITERIOS SOCIALES	SUPERFICIE EXPROPIADA	SATISFACCIÓN USUARIOS VÍA	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	840	satisfecho	2
ALTERNATIVA 2	200	neutral	3
ALTERNATIVA 3	0	neutral	4
ALTERNATIVA 4	0	poco satisfecho	3

Figura 20: Valoración de los criterios sociales.

## 5. Análisis multicriterio

Se define un análisis multicriterio como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones durante un proceso de planificación que permite integrar diferentes criterios de acuerdo a la opinión de actores en un solo marco de análisis para dar una visión integral.

Para ello se van a ponderar cada criterio mediante unos coeficientes que afectaran de forma directa a los resultados obtenidos por cada alternativa. Se detallan en la siguiente tabla los coeficientes ponderadores empleados:

CRITERIOS	COEFICIENTES
FUNCIONALES	4
ECONÓMICOS	3
AMBIENTALES	2
SOCIALES	1

Figura 21: Ponderación de los distintos criterios.

Se ha otorgado la misma importancia a cada criterio funcional, por lo que cada aspecto analizado se pondera por un tercio del valor asignado a los criterios funcionales.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos para cada criterio por cada alternativa analizada en este estudio de soluciones.

PUNTUACIÓN	VARIACIÓN EN LA VELOCIDAD	VARIACIÓN VOLUMEN DE TRÁFICO	VIDA ÚTIL	CRITERIOS ECONÓMICOS	CRITERIOS AMBIENTALES	CRITERIOS SOCIALES
ALTERNATIVA 1	5	3	5	1	2	2
ALTERNATIVA 2	4	3	5	3	3	3
ALTERNATIVA 3	1	4	3	4	3	4
ALTERNATIVA 4	1	3	3	4	4	3

Figura 22: Resumen de la valoración de cada alternativa

## Anejo N°2. Estudio De Alternativas

Finalmente, se muestra la misma tabla afectada por los coeficientes pontificadores definidos anteriormente.

PUNTUACIÓN	VARIACIÓN EN LA VELOCIDAD	VARIACIÓN VOLUMEN DE TRÁFICO	VIDA ÚTIL	CRITERIOS ECONÓMICOS	CRITERIOS AMBIENTALES	CRITERIOS SOCIALES	TOTAL
ALTERNATIVA 1	7	4	7	3	4	2	<b>26</b>
ALTERNATIVA 2	5	4	7	9	6	3	<b>34</b>
ALTERNATIVA 3	1	5	4	12	6	4	<b>33</b>
ALTERNATIVA 4	1	4	4	12	8	3	<b>32</b>

*Figura 23: Resumen de la valoración ponderada de cada alternativa.*

Tal y como se puede observar en la tabla, la alternativa 2 es la alternativa más ventajosa dándole prioridad a los criterios funcionales y económicos, por lo que se determina que para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles se ejecutará una Chicane.

### Apéndice N° 1.

En el presente Apéndice se recogen las tablas de coste estimado para cada alternativa.

En ella se detallan tanto las unidades de obra contempladas como las principales mediciones obtenidas de los esquemas visuales aportados en cada presentación de la alternativa.

VALORACIÓN ALTERNATIVA 1: GLORIETA				
UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE (€)

### 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

M3	RELLENO DE TERRAPLEN			
	TERRAPLENADO PARA CIMIENTO DE TERRAPLEN, MEDIANTE EL EXTENDIDO EN TONGADAS DE ESPESOR NO SUPERIOR A 30 CM DE MATERIAL Y POSTERIOR COMPACTACIÓN CON MEDIOS MECÁNICOS HASTA ALCANZAR UNA DENSIDAD SECA NO INFERIOR A 95% DE LA MÁXIMA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.	7.000,00	8,00 €	56.000,00 €
M3	EXCAVACIÓN A DESMONTE			
	EXCAVACIÓN EN DESMONTE DE TERRENO BLANDO Y COMPACTO CON MEDIOS MECÁNICOS Y CARGA A CAMIÓN. INCLUIDO TRANSPORTE A VERTEDERO.	7.000,00	15,00 €	105.000,00 €

### 2. FIRMES Y PAVIMENTOS

M2	PAQUETE DE FIRME SOBRE PLATAFORMA EXISTENTE			
	PAQUETE DE FIRME EN SUPERFICIE EXISTENTE INCLUYENDO FRESADO, RIEGO DE ADHERENCIA C60B3 TER (0,60 KG/M2) Y CAPA DE RODADURA DE 5 CM AC 16 SURF 50/70 ARIDO PORFIDICO.	716,00	16,43 €	11.763,88 €
M2	PAQUETE DE FIRMESOBRE PLATAFORMA NO EXISTENTE			
	PAQUETE DE FIRME EN SUPERFICIE EXISTENTE INCLUYENDO EXCAVACIÓN, RIEGO DE ADHERENCIA C60B3 TER (0,60 KG/M2), CAPA DE RODADURA DE 5 CM AC 16 SURF 50/70 PORFIDICO, CAPA INTERMEDIA DE 5 CM AC 22 CIN 50/70 S CALIZO, RIEGO DE IMPRIMACION,CAPA BASE DE 9 CM AC32 BASE 50/70 Y 30 CM DE ZAHORRA ZA 0/32	840,00	33,40 €	28.056,00 €
M2	PAVIMENTO EN ISLETAS			
	PAVIMENTO EN ISLETAS Y MEDIANAS CONSTITUIDO POR 15 CM DE HORMIGON HNE-20/B/20 Y 15 CM DE ZAHORRA ZA0/32	510,00	13,60 €	6.936,00 €
ML	BORDILLO REMONTABLE PARA ISLETAS Y MEDIANA			
	BORDILLO REMONTABLE COLOCADO EN ISLETA O MEDIANA DE DIMENSIONES 4/20X22X25	150,00	25,00 €	3.750,00 €

### 3. DRENAJE

PA	PARTIDA ALZADA DE DRENAJE PARA GLORIETA			
	PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE DRENAJE NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA GLORIETA	1,00	40.000,00 €	40.000,00 €

### 4. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

PA	PARTIDA ALZADA DE SEÑALIZACIÓN DE GLORIETA			
	PARTIDA ALZADA DE SEÑALIZACIÓN DE GLORIETA	1,00	30.000,00 €	30.000,00 €

VALORACIÓN ALTERNATIVA 1: GLORIETA				
UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE (€)

### 5. ILUMINACIÓN

PA	PARTIDA ALZADA DE ILUMINACIÓN PARA GLORIETA			
	PARTIDA ALZADA DE LOS ELEMENTOS DE ILUMINACIÓN NECESARIOS PARA LA EJECUCION DE LA GLORIETA			
		1,00	30.000,00 €	30.000,00 €

### 6. EXPROPIACIONES

M2	EXPROPIACIÓN DE TERRENO EXISTENTE			
	EXPROPIACIÓN DE TERRENO EXISTENTE NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA			
		840,00	12,00 €	10.080,00 €

### 7. GESTIÓN DE RESIDUOS

PA	PARTIDA ALZADA GESTIÓN DE RESIDUOS			
	PARTIDA ALZADA PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN LA EJECUCIÓN DE LA GLORIETA			
		1,00	16.079,29 €	16.079,29 €

### 8. SEGURIDAD Y SALUD

PA	PARTIDA ALZADA SEGURIDAD Y SALUD			
	PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE CONFORMAN LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA GLORIETA			
		1,00	16.079,29 €	16.079,29 €

**COSTE ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA** \_\_\_\_\_ **353.744,47 €**

**COSTE ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA SIN IVA ,  
CON GASTOS GENERALES (13 %) Y BENEFICIO  
INDUSTRIAL (6 %)** \_\_\_\_\_ **420.955,92 €**

VALORACIÓN ALTERNATIVA 2: CHICANE				
UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE (€)

### 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

M3	RELLENO DE TERRAPLEN			
	TERRAPLENADO PARA CIMIENTO DE TERRAPLEN, MEDIANTE EL EXTENDIDO EN TONGADAS DE ESPESOR NO SUPERIOR A 30 CM DE MATERIAL Y POSTERIOR COMPACTACIÓN CON MEDIOS MECÁNICOS HASTA ALCANZAR UNA DENSIDAD SECA NO INFERIOR A 95% DE LA MÁXIMA OBTENIDA EN EL PROCTOR MODIFICADO.			
		2.000,00	8,00 €	16.000,00 €
M3	EXCAVACIÓN A DESMONTE			
	EXCAVACIÓN EN DESMONTE DE TERRENO BLANDO Y COMPACTO CON MEDIOS MECÁNICOS Y CARGA A CAMIÓN. INCLUIDO TRANSPORTE A VERTEDERO.			
		2.000,00	15,00 €	30.000,00 €

### 2. FIRMES Y PAVIMENTOS

M2	PAQUETE DE FIRME SOBRE PLATAFORMA EXISTENTE			
	PAQUETE DE FIRME EN SUPERFICIE EXISTENTE INCLUYENDO FRESADO, RIEGO DE ADHERENCIA C60B3 TER (0,60 KG/M2) Y CAPA DE RODADURA DE 5 CM AC 16 SURF 50/70 ARIDO PORFIDICO.			
		225,00	16,43 €	3.696,75 €
M2	PAQUETE DE FIRME SOBRE PLATAFORMA NO EXISTENTE			
	PAQUETE DE FIRME EN SUPERFICIE EXISTENTE INCLUYENDO EXCAVACIÓN, RIEGO DE ADHERENCIA C60B3 TER (0,60 KG/M2), CAPA DE RODADURA DE 5 CM AC 16 SURF 50/70 PORFIDICO, CAPA INTERMEDIA DE 5 CM AC 22 CIN 50/70 S CALIZO, RIEGO DE IMPRIMACION, CAPA BASE DE 9 CM AC32 BASE 50/70 Y 30 CM DE ZAHORRA ZA 0/32			
		210,00	33,40 €	7.014,00 €
M2	PAVIMENTO EN ISLETAS			
	PAVIMENTO EN ISLETAS Y MEDIANAS CONSTITUIDO POR 15 CM DE HORMIGON HNE-20/B/20 Y 15 CM DE ZAHORRA ZA0/32			
		180,00	13,60 €	2.448,00 €
ML	BORDILLO REMONTABLE PARA ISLETAS Y MEDIANA			
	BORDILLO REMONTABLE COLOCADO EN ISLETA O MEDIANA DE DIMENSIONES 4/20X22X25			
		120,00	25,00 €	3.000,00 €

VALORACIÓN ALTERNATIVA 2: CHICANE				
UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE (€)

### 3. DRENAJE

PA	PARTIDA ALZADA DE DRENAJE PARA CHICANE			
	PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE DRENAJE NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA CHICANE			
		1,00	10.000,00 €	10.000,00 €

### 4. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

PA	PARTIDA ALZADA DE SEÑALIZACIÓN DE CHICANE			
	PARTIDA ALZADA DE SEÑALIZACIÓN DE CHICANE			
		1,00	8.000,00 €	8.000,00 €

### 5. ILUMINACIÓN

PA	PARTIDA ALZADA DE ILUMINACIÓN PARA CHICANE			
	PARTIDA ALZADA DE LOS ELEMENTOS DE ILUMINACIÓN NECESARIOS PARA LA EJECUCION DE LA CHICANE			
		1,00	12.000,00 €	12.000,00 €

### 6. EXPROPIACIONES

M2	EXPROPIACIÓN DE TERRENO EXISTENTE			
	EXPROPIACIÓN DE TERRENO EXISTENTE NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA			
		210,00	12,00 €	2.520,00 €

### 7. GESTIÓN DE RESIDUOS

PA	PARTIDA ALZADA GESTIÓN DE RESIDUOS			
	PARTIDA ALZADA PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN LA EJECUCIÓN DE LA CHICANE			
		1,00	4.733,94 €	4.733,94 €

### 8. SEGURIDAD Y SALUD

PA	PARTIDA ALZADA SEGURIDAD Y SALUD			
	PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE CONFORMAN LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA CHICANE			
		1,00	4.733,94 €	4.733,94 €

COSTE ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA 104.146,63 €

COSTE ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA SIN IVA ,  
CON GASTOS GENERALES (13 %) Y BENEFICIO INDUSTRIAL (6 %) 123.934,48 €

**VALORACIÓN ALTERNATIVA 3: MEDIANA Y COJINES**

UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
<b>1. FIRMES Y PAVIMENTOS</b>				
M2	PAVIMENTO EN ISLETAS  PAVIMENTO EN ISLETAS Y MEDIANAS CONSTITUIDO POR 15 CM DE HORMIGON HNE-20/B/20 Y 15 CM DE ZAHORRA ZA0/32	100,00	13,60 €	1.360,00 €
ML	BORDILLO REMONTABLE PARA ISLETAS Y MEDIANA  BORDILLO REMONTABLE COLOCADO EN ISLETA O MEDIANA DE DIMENSIONES 4/20X22X25	200,00	25,00 €	5.000,00 €
UD	REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO COJÍN  UD DE REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO COJIN DE CAUCHO RECICLADO DE DIMENSIONES 1,80X2,00X0,07	2,00	1.200,00 €	2.400,00 €
<b>2. DRENAJE</b>				
PA	PARTIDA ALZADA DE DRENAJE PARA MEDIANA Y COJINES  PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE DRENAJE NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA MEDIANA Y COJINES	1,00	5.000,00 €	5.000,00 €
<b>3. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS</b>				
PA	PARTIDA ALZADA DE SEÑALIZACIÓN DE MEDIANA Y COJINES  PARTIDA ALZADA DE SEÑALIZACIÓN DE MEDIANA Y COJINES	1,00	4.000,00 €	4.000,00 €
<b>4. ILUMINACIÓN</b>				
PA	PARTIDA ALZADA DE ILUMINACIÓN PARA MEDIANA Y COJINES  PARTIDA ALZADA DE LOS ELEMENTOS DE ILUMINACIÓN NECESARIOS PARA LA EJECUCION DE LA MEDIANA Y COJINES	1,00	6.000,00 €	6.000,00 €
<b>5. GESTIÓN DE RESIDUOS</b>				
PA	PARTIDA ALZADA GESTIÓN DE RESIDUOS  PARTIDA ALZADA PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN LA EJECUCIÓN DE LA MEDIANA Y COJINES	1,00	1.188,00 €	1.188,00 €
<b>6. SEGURIDAD Y SALUD</b>				
PA	PARTIDA ALZADA SEGURIDAD Y SALUD  PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE CONFORMAN LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA MEDIANA Y COJINES	1,00	1.188,00 €	1.188,00 €
<b>COSTE ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA</b>				<b>26.136,00 €</b>
<b>COSTE ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA SIN IVA , CON GASTOS GENERALES (13 %) Y BENEFICIO INDUSTRIAL (6 %)</b>				<b>31.101,84 €</b>

VALORACIÓN ALTERNATIVA 4: IMPLANTACIÓN DE SEMÁFORO				
UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE (€)

### 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

UD	SEMÁFORO			
	UNIDAD DE SEMÁFORO CON 2 LUCES LED Y DETECCIÓN DE VELOCIDAD TIPO "FOTO ROJO" TOTALMENTE INSTALADO, COMPROBADO Y EN PERFECTO FUNCIONAMIENTO.			
		1,00	10.000,00 €	10.000,00 €

### 2. DRENAJE

PA	PARTIDA ALZADA DE DRENAJE PARA SEMAFORIZACIÓN DEL TRAMO DE ENTRADA AL MUNICIPIO			
	PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE DRENAJE NECESARIOS PARA SEMAFORIZACIÓN DEL TRAMO DE ENTRADA AL MUNICIPIO			
		1,00	5.000,00 €	5.000,00 €

### 3. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

PA	PARTIDA ALZADA DE SEÑALIZACIÓN PARA SEMAFORIZACIÓN DEL TRAMO DE ENTRADA AL MUNICIPIO			
	PARTIDA ALZADA DE SEÑALIZACIÓN PARA SEMAFORIZACIÓN DEL TRAMO DE ENTRADA AL MUNICIPIO			
		1,00	4.000,00 €	4.000,00 €

### 4. ILUMINACIÓN

PA	PARTIDA ALZADA DE ILUMINACIÓN PARA SEMAFORIZACIÓN DEL TRAMO DE ENTRADA AL MUNICIPIO			
	PARTIDA ALZADA DE LOS ELEMENTOS DE ILUMINACIÓN NECESARIOS PARA SEMAFORIZACIÓN DEL TRAMO DE ENTRADA AL MUNICIPIO			
		1,00	10.000,00 €	10.000,00 €

### 5. GESTIÓN DE RESIDUOS

PA	PARTIDA ALZADA GESTIÓN DE RESIDUOS			
	PARTIDA ALZADA PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS PARA SEMAFORIZACIÓN DEL TRAMO DE ENTRADA AL MUNICIPIO			
		1,00	1.450,00 €	1.450,00 €

### 6. SEGURIDAD Y SALUD

PA	PARTIDA ALZADA SEGURIDAD Y SALUD			
	PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE CONFORMAN LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA NECESARIOS PARA SEMAFORIZACIÓN DEL TRAMO DE ENTRADA AL MUNICIPIO			
		1,00	1.450,00 €	1.450,00 €

**COSTE ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA** \_\_\_\_\_ **31.900,00 €**

**COSTE ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA SIN IVA ,  
CON GASTOS GENERALES (13 %) Y BENEFICIO INDUSTRIAL (6 %)** \_\_\_\_\_ **37.961,00 €**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## **Anejo Nº 3. Drenaje**

Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la  
carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles,  
Provincia de Castellón.

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Valencia



## | Anejo N°3. Drenaje

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Climatología.....	3
2.1 Datos climáticos.....	3
2.2 Precipitaciones.....	5
2.3 Temperaturas.....	7
2.4 Humedad .....	8
2.5 Régimen de vientos .....	9
3. Hidrología.....	10
3.1 Periodos de retorno.....	11
3.2 Metodología.....	11
3.3 Caudal de diseño.....	14
3.4 División de cuencas.....	22
4. Drenaje existente.....	26
5. Drenaje proyectado .....	30
Apéndice N°1: Cuencas de aportación .....	34
Apéndice N°2: Obras de drenaje longitudinal .....	38
Apéndice N°3: Obras de drenaje transversal .....	39

## | Anejo N°3. Drenaje

## 1. Introducción

El objetivo de este anejo es el dimensionamiento de los distintos elementos que constituyen el drenaje transversal y longitudinal del ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CV-190 EN LA PUERTA DE ENTRADA A FIGUEROLES, PROVINCIA DE CASTELLÓN, tras analizar la climatología donde se ubica la actuación, la red de drenaje natural y realizado un Estudio Hidrológico donde se estimaran los caudales a tener en cuenta para el cálculo.

El diseño de un sistema eficaz de evacuación de agua permitirá que la solución proyectada preste un servicio adecuado a lo largo de toda su vida útil. La acumulación de agua en la calzada puede suponer un peligro de deslizamiento para el tráfico, mientras que la infiltración de la misma en la explanada puede acarrear reblandecimientos y deterioros del firme, motivando reparaciones de gran importe. Un terraplén sin salidas de agua puede actuar como una barrera produciendo dañinos embalsamientos. Todos los riesgos mencionados justifican la necesidad de diseñar correctamente el drenaje de la chicane proyectada, analizando tanto el agua que precipita sobre la calzada como la que proviene del terreno adyacente.

## 2. Climatología

### 2.1 Datos climáticos

La zona de actuación se encuentra ubicada en el término municipal de Figueroles. El municipio pertenece a la comarca de L'Alcalatén en la zona central de la provincia de Castellón. Los términos municipales con los que limita son: Lucena del Cid al norte, oeste y sur, con Les Useres al norte y con Costur y l'Alcora al este.

Según la clasificación de Papakadis, las características climatológicas de la zona de actuación son propias del clima mediterráneo, donde destacan los inviernos fríos y los veranos cálidos.

## Anejo N°3. Drenaje

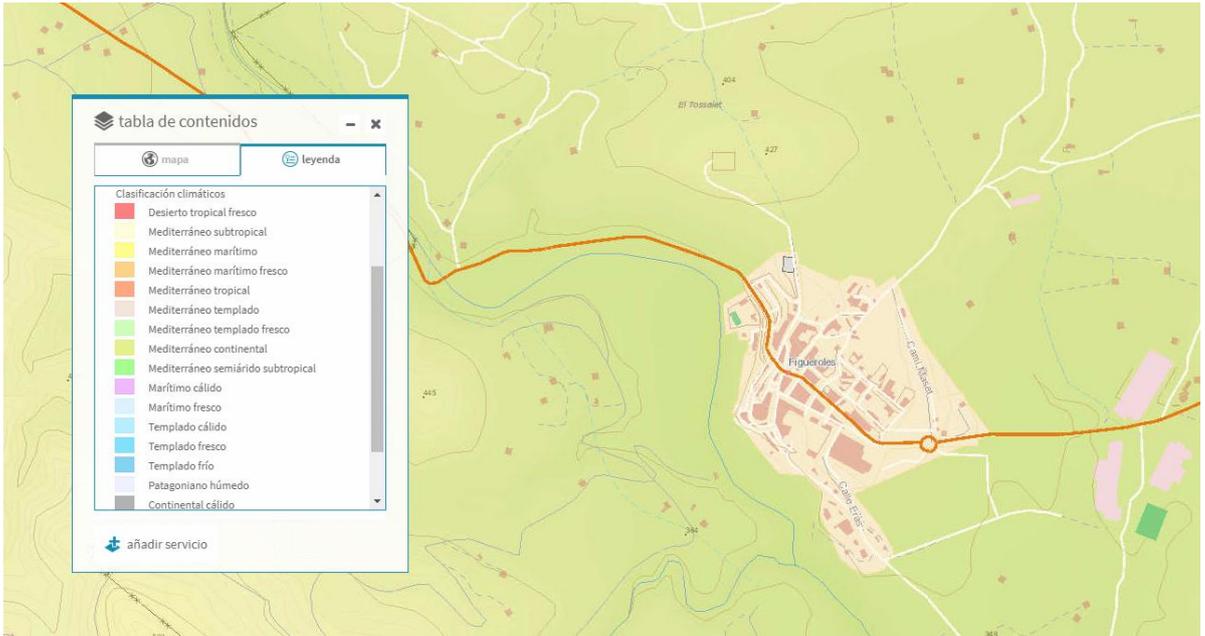


Figura 1: Clasificación climática de Papadakis (Fuente <http://www.mapama.gob.es/>)

El clima mediterráneo se caracteriza por presentar temperaturas extremas, muy bajas en invierno y altas en verano. Las precipitaciones son escasas, aunque se presentan en mayor abundancia en las estaciones de primavera y otoño. El clima mediterráneo-continental se da en las zonas del interior de la Península.

La zona de actuación se encuentra en un paisaje montañoso y típicamente mediterráneo, donde abunda el olivo, el monte bajo y el almendro. La altitud media es de 370 metros.

Según el Atlas Climático de la Comunidad Valenciana, publicado por la Generalitat Valenciana, se puede clasificar el sector climático presente en la zona de actuación en función de factores geográficos, desniveles orográficos, la orientación del relieve y de la costa, y la presencia del Mediterráneo como fuente de humedad y agente termoneivelador.

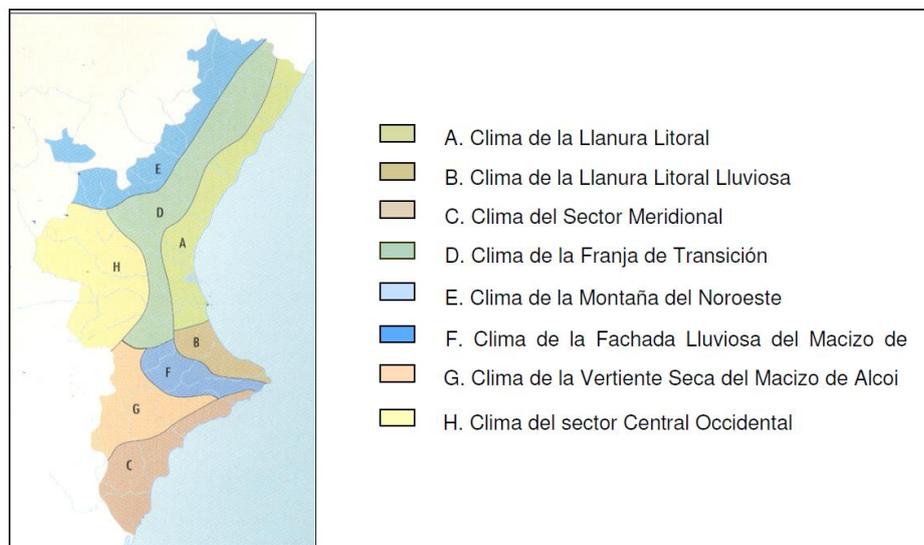


Figura 2: Distribución climas de la Comunitat Valenciana (Fuente: Atlas Climático de la Comunidad Valenciana (A.J. Pérez Cueva, 1994)

**Zona D: Clima de la franja de transición:** Esta zona del prelitoral, situada entre la llanura litoral septentrional, las montañas del NW y la meseta de Requena-Utiel, constituye una zona de transición que tiene características a medio camino entre las zonas litorales y las interiores. Conforme nos alejamos del Mediterráneo, va disminuyendo el máximo pluviométrico otoñal, aumentando el máximo secundario primaveral por la mayor incidencia de los flujos del W, a la vez que disminuye la sequía estival por el aumento de las tormentas. Las medias de precipitación se sitúan en torno a los 550 l/m<sup>2</sup> anuales, aunque existen variaciones significativas dentro de esta zona. Las temperaturas, por su parte, disminuyen respecto a la costa por la mayor altitud, aumentando la amplitud térmica tanto diaria como anual al alejarnos del efecto termoregulados del mar, y con unas medias anuales alrededor de los 15°C. Segorbe, Turís u Onda son buenos ejemplos de esta zona climática.

disminuyen respecto a la costa por la mayor altitud, aumentando la amplitud térmica tanto diaria como anual al alejarnos del efecto termoregulador del mar, y con unas medias anuales alrededor de los 15°C. Segorbe, Turís u Onda son buenos ejemplos de esta zona climática.

### 2.2 Precipitaciones

Desde el punto de vista pluviométrico la Comunidad Valenciana es considerada una región de la Iberia Seca. Compone la mayor parte de la fachada mediterránea oriental de la península Ibérica, lo que supone que el territorio sea más seco que otros territorios ubicados con latitud similar, ya que esta expuesto a sotaviento del flujo zonal del oeste, el más frecuente en latitudes medias.

La zona de actuación, ubicada en la parte interior de la provincia de Castellón, se caracteriza por presentar muy pocas precipitaciones anuales, tal y como se puede observar en el Atlas climático de la Comunidad Valenciana.

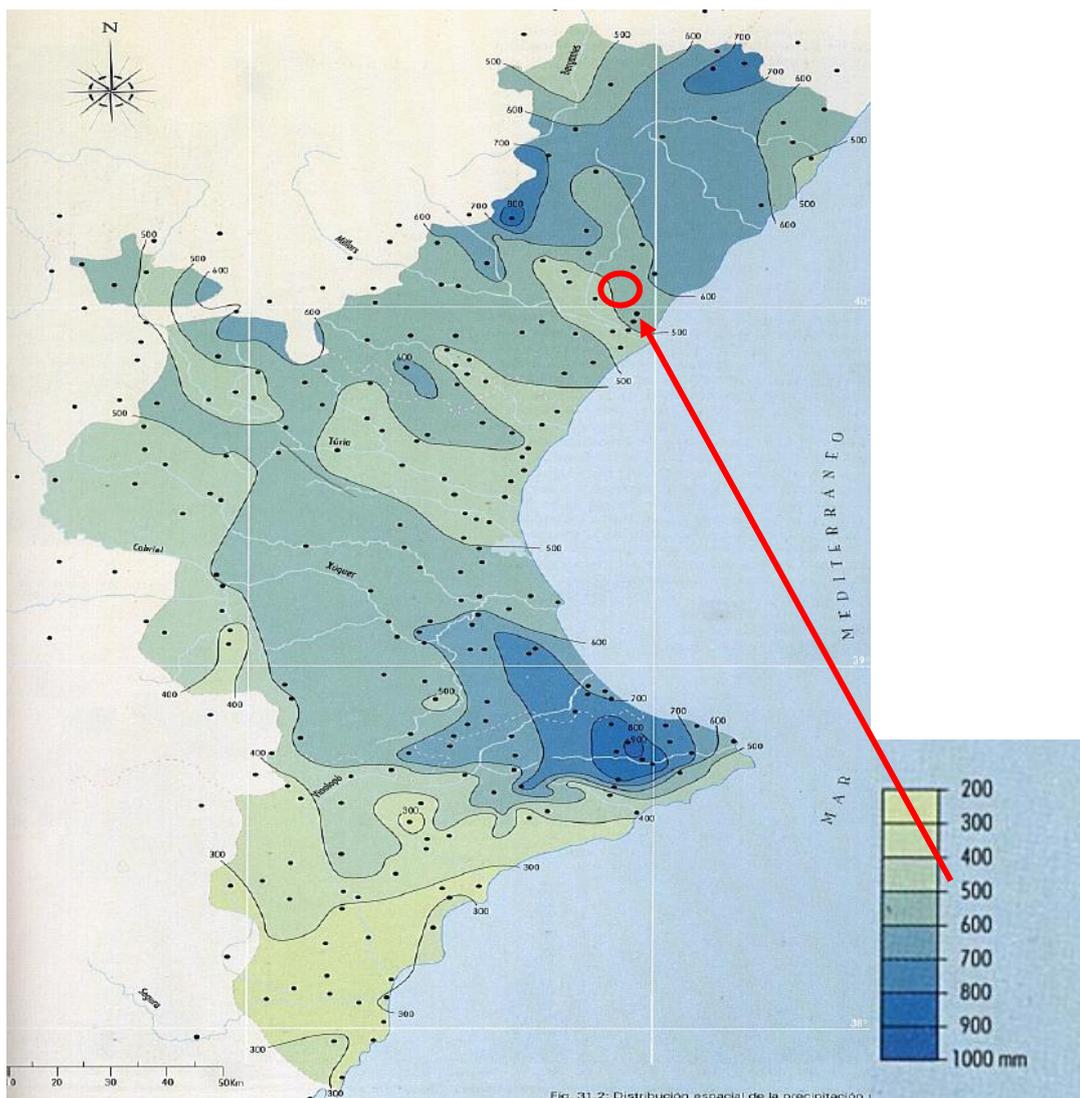


Figura 3: Distribución espacial de la precipitación media anual en l/m<sup>2</sup> (Fuente: Atlas Climático de la Comunidad Valenciana (A.J. Pérez Cueva, 1994))

Se van a emplear los datos obtenidos de la Asociación Valenciana de Meteorología Josep Peinado (AVAMET) de la estación meteorológica más cercana a la zona de actuación, situada en el término municipal de l'Alcora, para caracterizar la pluviometría de la zona, en ella se tienen en cuenta los datos pluviométricos mensuales y anuales. Se muestra en el siguiente gráfico la distribución de las precipitaciones medias recogidas en la estación.

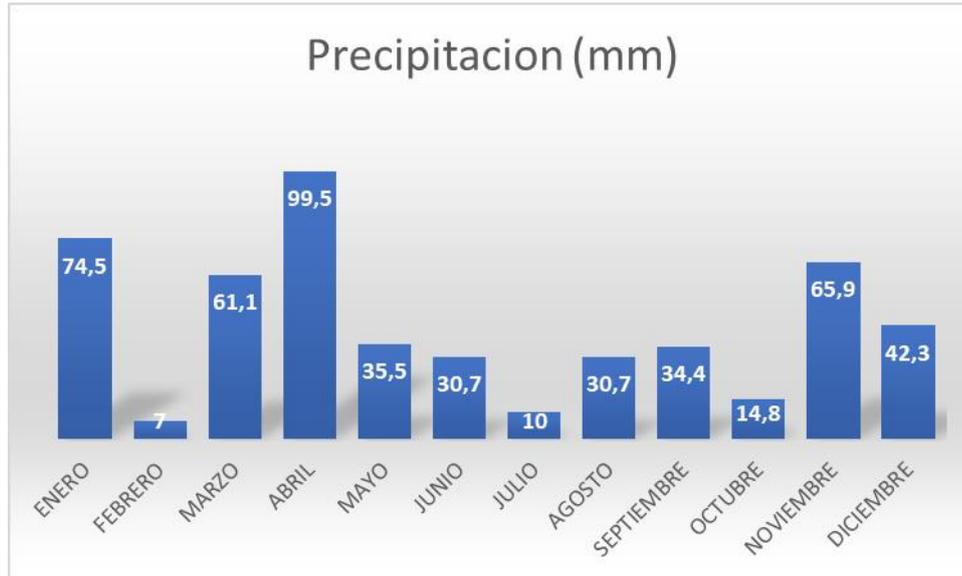


Figura 4: Distribución de la precipitación media en la estación meteorológica

La media de la precipitación anual es de 506 mm, destacando el mes de abril con una precipitación media de 99,5 mm. Por otra parte, los meses estivales presentan una notoria sequedad, alcanzando un mínimo de 10 mm de precipitación media en el mes de julio. Tal y como se puede observar en el gráfico, enero y abril son los meses más lluviosos.

### 2.3 Temperaturas

Uno de los principales factores que determinan la climatología de una zona analizada es la temperatura. Este parámetro viene condicionado por factores como la latitud, altitud, continentalidad o proximidad al mar. Como norma general, la distribución de las temperaturas medias anuales tiende a ser menores en el interior, y se van elevando a media que se acerca a la costa, así como suelen ir aumentando de norte a sur.

Se van a emplear los datos obtenidos de la Asociación Valenciana de Meteorología Josep Peinado (AVAMET) de la estación meteorológica más cercana a la zona de actuación, situada en el término municipal de l'Alcora, para caracterizar la temperatura de la zona. En ella se recogen los valores medios de temperatura mensual y anual registrado a lo largo de los 3 últimos años.

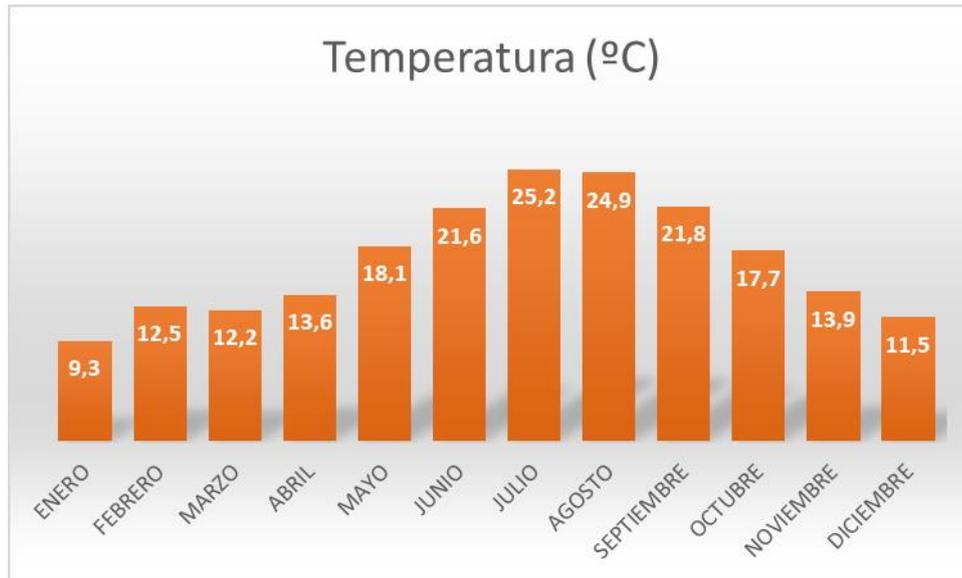


Figura 5: Distribución de la temperatura media en la estación meteorológica

La estación meteorológica recoge una temperatura media anual de 16,8 °C. Tal y como se puede observar en el gráfico, los meses más fríos son enero y diciembre, con temperaturas medias de 9,3 y 11,5 °C respectivamente, mientras que los meses de julio y agosto se alcanzan las mayores temperaturas medias, siendo estas de 25° C aproximadamente.

### 2.4 Humedad

La humedad es otro de los principales parámetros que definen la climatología de una zona. Se define como la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire. Esta cantidad aumenta con la temperatura, por lo que la humedad absoluta aumenta cuanto más cálido sea. Sin embargo, la humedad relativa decrece a medida que aumenta la temperatura.

Se van a emplear los datos obtenidos de la Asociación Valenciana de Meteorología Josep Peinado (AVAMET) de la estación meteorológica más cercana a la zona de actuación, situada en el término municipal de l'Alcora, para caracterizar la humedad de la zona analizada.

Durante el día la humedad absoluta, o tensión de vapor, tiende a aumentar y la humedad relativa tiende a disminuir, mientras que en el periodo nocturno este suceso es, al contrario. A nivel anual, durante los meses estivales la humedad absoluta es mayor y la humedad relativa menor, mientras que en invierno la relativa se aproxima a la saturación y la absoluta es baja.

La humedad relativa se define como la relación entre la tensión real de vapor de agua de la atmosfera y la tensión de saturación de ésta a la misma temperatura. Está directamente relacionada con la capacidad dispersante de la atmosfera.

A continuación, se muestra en porcentaje los datos obtenidos de humedad relativa en la zona analizada por la estación meteorológica.

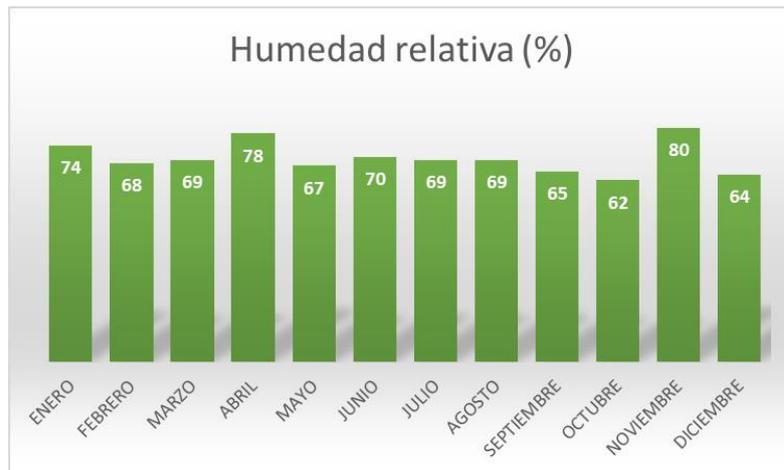


Figura 6: Distribución de la humedad relativa media en la estación meteorológica

### 2.5 Régimen de vientos

Según el Atlas Climático de la Comunidad Valenciana, la Comunidad Valenciana presenta una alternancia estacional de régimen normal de vientos, predominando en primavera los vientos de componente Norte medio-fuertes y en los meses estivales vientos de Sur y Sureste medio-fuertes. Durante los meses de otoño e invierno predominan los vientos de componente Norte y Noroeste.

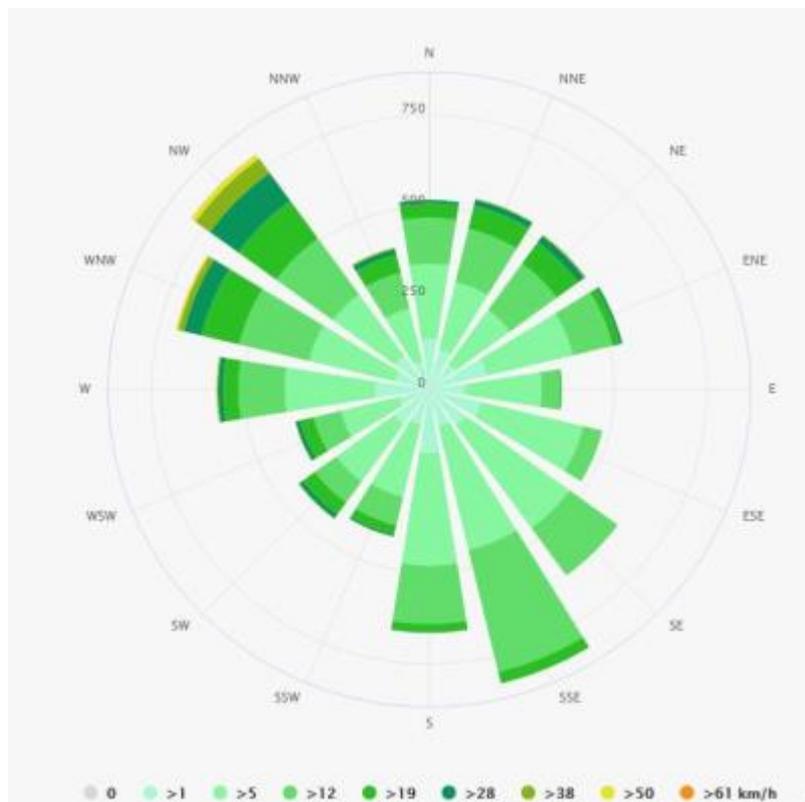


Figura 7: Régimen de vientos en la estación meteorológica

Según los datos obtenidos de la estación meteorológica situada en el término municipal de l'Alcora, a lo largo del año 2020 los vientos predominantes tenían una componente NNW, con una velocidad media de 6,3 km/h y unas ráfagas máximas de viento de 93,3 km/h.

### 3. Hidrología

El área objeto del estudio se encuentra ubicada en zona montañosa. Concretamente se encuentra entre la penetración de las estribaciones de la Sierra de la Creu al norte, el macizo del Castellà y el Cabesso al este y el macizo del Tossalet al oeste. Estas montañas no presentan grandes altitudes, aunque va incrementando a medida que el terreno se extiende por la parte del noroeste. Al sur de la traza de la carretera CV-190 discurre en paralelo el cauce del río Lucena.

Es por tanto que la carretera existente se ubica en zona montañosa y su traza actual discurre muy próxima al cauce del río Lucena.

Según el Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial sobre Prevención de Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), no existe en el ámbito objeto del estudio riesgos de inundación catalogados, ni se encuentra dentro de la envolvente de peligrosidad por inundación.



*Figura 8: Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial sobre la Prevención de Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana en la zona objeto del estudio.*

## Anejo N°3. Drenaje

La zona objeto del estudio, transcurre entre una zona forestal en su parte norte y el cauce del río Lucena al sur. La plataforma se encuentra a una cota inferior respecto al terreno forestal contiguo, es por ello que existirán cuencas de aportación a los elementos de drenaje de la carretera además de las propias superficies de la plataforma de la carretera CV-190.

### 3.1 Periodos de retorno

Los elementos que se van a dimensionar a lo largo de este anejo formarán parte del drenaje longitudinal y transversal de la carretera CV-190, por lo que deberán recoger el agua procedente de la plataforma y de las cuencas situadas en las inmediaciones a la misma.

Se define como Período de retorno T al periodo de tiempo expresado en años, para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a  $1/T$

Según la norma 5.2-IC de drenaje superficial, se debe considerar un periodo de retorno de 25 años para calcular el caudal de diseño en las obras de drenaje de plataforma y márgenes, salvo en caso de que el drenaje se realice por bombeo donde se adoptará un periodo de retorno de 50 años. Para el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal se considerará como mínimo un periodo de retorno de 100 años.

### 3.2 Metodología

A continuación, se va a proceder a calcular los valores de precipitación máxima tal y como indica la publicación “Máximas Lluvias en la España Peninsular” de la Dirección General de Carreteras. Este método solo permite obtener precipitaciones para un periodo de retorno máximo de 500 años, lo que es suficiente para el objeto del anejo.

Este método se basa en delimitar regiones homogéneas con ciertas características estadísticas, lo que permite aprovechar la información existente en la región donde se ubica el tramo analizado.

El proceso iterativo para obtener los cuantiles de las precipitaciones según los distintos periodos de retorno se resume en los siguientes pasos:

1. Localización del punto deseado en los planos.
2. Obtención del coeficiente de variación, CV. Se obtiene a partir de las coordenadas de las estaciones consideradas en los planos de las isolinéas de dicho coeficiente incluidos en la publicación.

## Anejo N°3. Drenaje

3. Estimación del valor medio de la máxima precipitación diaria anual mediante las isólineas representadas del valor medio P de la máxima precipitación diaria anual.
4. Para el periodo de retorno deseado y el valor CV obtenido anteriormente se obtiene el cuantil regional  $Y_t$ , a través de la tabla 7.1 de la publicación.
5. La precipitación máxima diaria se determina como el producto del coeficiente de la precipitación media por el cuantil regional.

Para este caso en particular se obtiene:

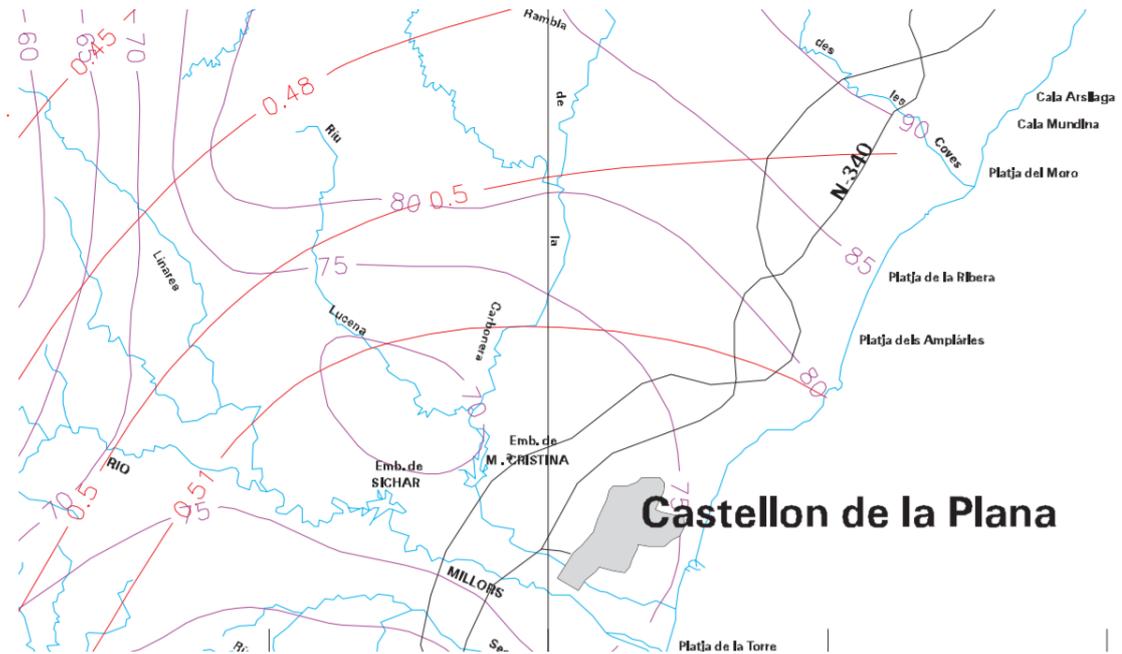


Figura 9: Hoja 4.3 de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular"

Donde:

- ✓  $P = 70$  mm/día
- ✓  $C_v = 0,51$

Para la obtención del cuantil  $Y_t$ , se consulta la siguiente tabla:

## Anejo N°3. Drenaje

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 10: Cuantil Y<sub>t</sub> para valores C<sub>v</sub> y periodos de retorno dados.

Con ello se obtienen las precipitaciones de diseño según los distintos periodos de retorno.

PERIODO DE RETORNO	KV	PRECIPITACIÓN DIARIA (mm/día)
25	2,068	144,76
50	2,434	170,38
100	2,815	197,05
500	3,799	265,93

Figura 11: Precipitación diaria para cada periodo de retorno

## Anejo N°3. Drenaje

### 3.3 Caudal de diseño

Tal y como se indica en la Norma 5.2-IC, el caudal máximo anual correspondiente a un determinado período de retorno  $Q_T$ , se debe determinar a partir de la información sobre caudales máximos que proporcione la Administración Hidráulica competente. En caso de no disponer de dicha información se deben calcular a través de la metodología indicada en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC. Drenaje superficial.

En este caso en particular, puesto que no se dispone de datos de ninguna administración hidráulica y al tratarse de una cuenca inferior a 50 kilómetros cuadrados, se va a emplear el método racional citado en la instrucción.

La zona objeto del estudio se encuentra en la región 821 según el mapa de regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía



Figura 12: Mapa de regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

A continuación, se detalla toda la información recogida en la Instrucción de Carreteras 5.2 IC sobre los parámetros que intervienen en la obtención del caudal máximo anual  $Q_T$  correspondiente a un periodo de retorno  $T$ . La fórmula para obtener  $Q_T$  es:

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

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.
- $I(T, t_c)$  (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 de la cuenca o superficie considerada.
- 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.

### **Intensidad de precipitación. Consideraciones generales**

La intensidad de precipitación  $I(T, t_c)$  correspondiente a un período de retorno T, y a una duración del aguacero t, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

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

Donde:

- $I(T, t)$  (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno T y a una duración del aguacero t.
- $I_d$  (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T.
- $F_{int}$  (adimensional): Factor de intensidad. La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca  $Q_T$ , es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración ( $t=t_c$ ) de dicha cuenca.

### **Intensidad media diaria de precipitación corregida**

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T, se obtiene mediante la fórmula:

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

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.

Para la determinación de la precipitación diaria correspondiente al período de retorno T,  $P_d$  se debe adoptar el mayor valor de los obtenidos a partir de:

- Datos publicados por la Dirección General de Carreteras.
- Estudio estadístico de las series de precipitaciones diarias máximas anuales, medidas en los pluviómetros existentes en la cuenca, o próximos a ella. Se debe ajustar a la serie de precipitaciones máximas registrada en cada pluviómetro, la función de distribución extremal más apropiada a los datos de la zona, considerando al menos las funciones Gumbel y SQRT ET-max.

Para la aplicación del método racional se toma como precipitación diaria  $P_d$ , la correspondiente al valor medio en la superficie de la cuenca (media areal), que se obtiene mediante la interpolación espacial de los valores obtenidos en cada uno de los pluviómetros considerados.

### **Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca**

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca  $K_A$ , tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente formula:

- Si  $A < 1 \text{ km}^2$                        $K_A = 1$

- Si  $A \geq 1 \text{ km}^2$                        $K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$

donde:

- $K_A$ (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.
- $A(\text{km}^2)$ : Área de la cuenca.

### **Factor de intensidad $F_{int}$**

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t

## Anejo N°3. Drenaje

- El período de retorno T, si se dispone de curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

El factor de intensidad lo hemos obtenido usando la siguiente fórmula:

$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

$I_1/I_d$  es el índice de torrencialidad, que depende de la zona geográfica y toma el valor de 11 en la zona de estudio, como puede observarse en la figura que se muestra a continuación.

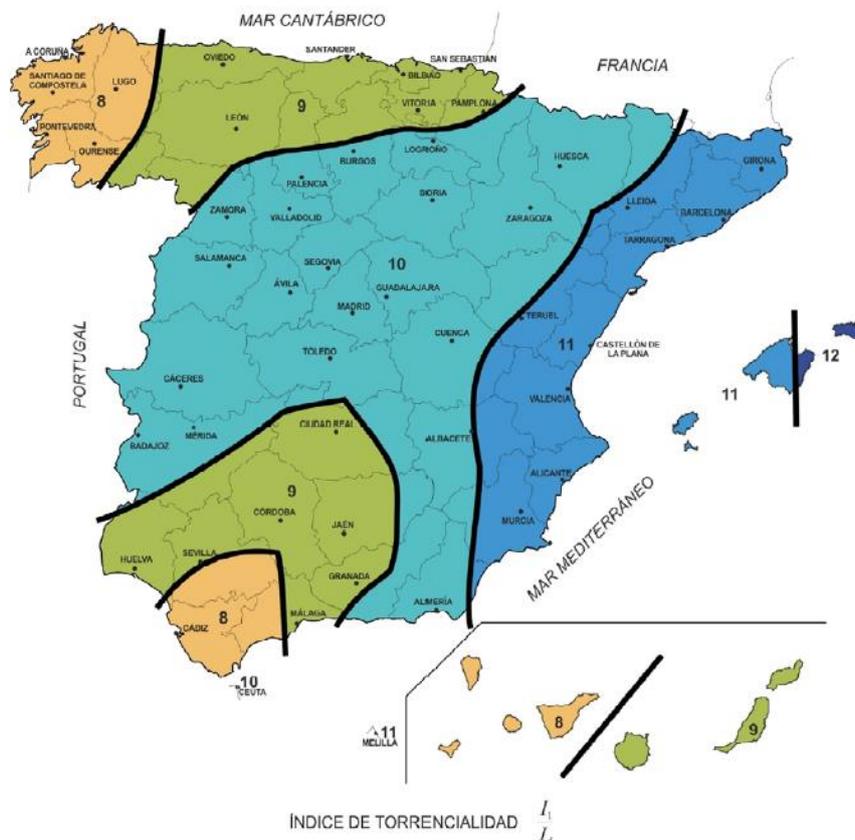


FIGURA 2.4.- MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD ( $I_1/I_a$ )

Figura 13: Mapa del índice de torrencialidad de la Instrucción 5.2 – IC de drenaje superficial

### Tiempo de concentración

Tiempo de concentración  $t_c$ , es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante las siguientes formulaciones, para cuencas principales:

## Anejo N°3. Drenaje

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

donde:

- $t_c$ (horas): Tiempo de concentración
- $L_c$  (km): Longitud del cauce
- $J_c$  (adimensional): Pendiente media del cauce

Dado que el tiempo de concentración depende de la longitud y pendiente del cauce escogido, deben tantearse diferentes cauces o recorridos del agua, incluyendo siempre en los tanteos los de mayor longitud y menor pendiente. El cauce (o recorrido) que debe escogerse es aquél que da lugar a un valor mayor del tiempo de concentración  $t_c$ .

En aquellas cuencas principales de pequeño tamaño en las que el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno sea apreciable respecto al tiempo de recorrido total no será de aplicación la fórmula anterior, debiendo aplicarse las indicaciones que se proporcionan a continuación para cuencas secundarias. Se considera que se produce esta circunstancia cuando el tiempo de concentración calculado mediante la fórmula anterior sea inferior a cero coma veinticinco horas ( $t_c \leq 0,25$  h).

Para cuencas secundarias, el tiempo de concentración se debe determinar dividiendo el recorrido de la escorrentía en tramos de característica homogéneas inferiores a trescientos metros de longitud (300 m) y sumando los tiempos parciales obtenidos, distinguiendo entre:

- Flujo canalizado a través de cunetas u otros elementos de drenaje: se puede considerar régimen uniforme y aplicar la ecuación de Manning.
- Flujo difuso sobre el terreno:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

donde:

- $t_{dif}$  (minutos): Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno.
- $n_{dif}$  (adimensional): Coeficiente de flujo difuso.
- $L_{dif}$  (m): Longitud de recorrido en flujo difuso.
- $J_{dif}$  (adimensional): Pendiente media.

Cobertura del terreno		$n_{dif}$
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000

Figura 14: Valores del coeficiente de flujo difuso  $n_{dif}$

El tiempo de concentración obtenido con la formulación anterior no podrá ser inferior a 5 minutos ni superior a 40 minutos. El valor del tiempo de concentración  $t_c$ , a considerar se obtiene de la tabla siguiente:

$t_{dif}$ (minutos)	$t_c$ (minutos)
$\leq 5$	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	$t_{dif}$
$\geq 40$	40

Figura 15: Determinación de  $t_c$  en condiciones de flujo difuso

### Coeficiente de escorrentía. Fórmula de cálculo

El coeficiente de escorrentía  $C$ , define la parte de la precipitación de intensidad  $I$  ( $T$ ,  $t_c$ ) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. El coeficiente de escorrentía  $C$ , se obtendrá mediante la siguiente fórmula, representada gráficamente en la figura adjunta.

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

donde:

- $C$  (adimensional): Coeficiente de escorrentía
- $P_d$  (mm): Precipitación diaria correspondiente al período de retorno  $T$  considerado.
- $K_A$  (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.
- $P_0$  (mm): Umbral de escorrentía.

## Anejo N°3. Drenaje

En el método racional, la infiltración del terreno se tiene en cuenta mediante el coeficiente de escorrentía de la superficie drenada. Este coeficiente es adimensional y depende de la razón entre la precipitación diaria asociada al período de retorno de estudio y el umbral de escorrentía del terreno, que establece la precipitación a partir de la cual comienza la escorrentía.

El umbral de escorrentía se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde  $P_0^i$  es el valor inicial del umbral de escorrentía (expresado en mm) y  $\beta$  es el coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

El valor inicial del umbral de escorrentía se ha obtenido a partir de la aplicación de "Mapa de Caudales Máximos. Memoria Técnica" (Caumax) del CEDEX que a su vez se ha obtenido siguiendo la metodología utilizada en la Tesis doctoral "Análisis de nuevas fuentes de datos para la estimación del parámetro número de curva del modelo hidrológico del SCS: Datos de perfiles de suelos y teledetección" (Ferrer, 2003), a partir del mapa de usos de suelo Corine Land Cover 2000 y datos de infiltración actualizados.

En la presente actuación las cuencas que aportarán caudal a las obras de drenaje a diseñar se corresponden con los propios viales y con los terrenos contiguos a ellos, por lo que el valor inicial del umbral de escorrentía tendrá el valor de 1 en todas las cuencas consideradas, tal y como se puede observar en la siguiente figura.

## Anejo N°3. Drenaje

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en seco (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en seco (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en seco (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en seco (viveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en seco (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en seco (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en seco (hortalizas)	R/N	< 3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		< 3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥ 3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥ 3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	< 3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación			0	0	0	0
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Viñedos		≥ 3	62	28	15	10
22100	Viñedos		< 3	75	34	19	14
22110	Viñedos en seco		≥ 3	62	28	15	10

Figura 16: Valor de escorrentía  $P_d$  según el uso del suelo

Respecto al factor corrector, la Instrucción 5.2.-IC establece su valor en función de la región en la que se encuentra la cuenca (Figura 2.9 de la Instrucción) y del tipo de obra que se va a dimensionar.

## Anejo N°3. Drenaje

En el dimensionamiento de drenaje longitudinal, el coeficiente corrector se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

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

donde  $\beta_m$  es el valor medio del coeficiente en la región y  $F_T$  es el factor función del período de retorno.

Teniendo en cuenta que nos encontramos dentro de la región 821, el coeficiente  $\beta_m$  toma un valor de 1,3 y el factor  $F_T$  es de 1,07 para un el período de retorno de estudio (25 años).

### 3.4 División de cuencas

El objetivo de este apartado es realizar la correcta división de las cuencas hidrográficas con el fin de determinar el caudal de vertido proveniente del terreno adyacente a la traza de la solución proyectada.

Se procede a emplear software específico, QGIS, para determinar las cuencas hidrográficas a partir de una nube de puntos del terreno. Mediante el complemento Grass del programa se podrá determinar de manera muy sencilla las cuencas y subcuencas del terreno analizado.

La nube de puntos se obtiene a partir del Plan Nacional de Ortografía Aérea como Modelo de Elevación Digital ráster con un paso de malla de 25 metros.

Esta nube de puntos la procesaremos mediante el programa de Autodesk Recap con el objetivo de eliminar los posibles puntos incoherentes con el resto de la nube de puntos. Es importante realizar este preprocesamiento para obtener posteriormente resultados aceptables.

Una vez verificada la validez de nuestro modelo de elevación digital del terreno, se procede a abrirlo con la aplicación de QGIS como archivo raster. El siguiente paso será exportarlo a archivo Grass y seleccionar el sistema de referencia geodésico ERTS89 UTM 30, aplicable a la zona objeto del estudio.

Se ha corregido el mapa raster existente para eliminar los sumideros existentes. Este proceso se ha realizado con la herramienta r.fill.dir, y es importante para garantizar que el modelo disponga de una continuidad hidráulica adecuada.

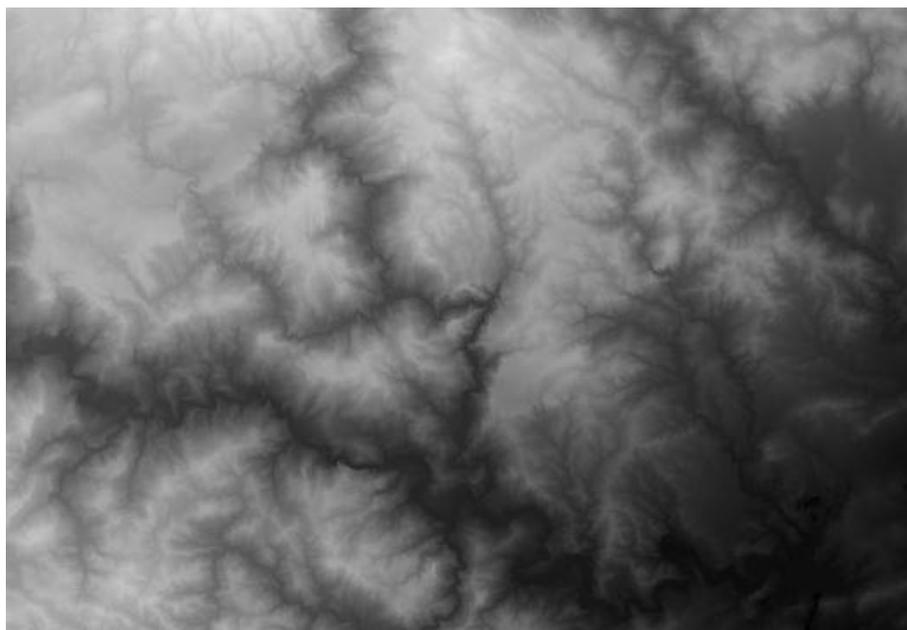


Figura 17: digital terrestre de la zona objeto del estudio.

Posteriormente se obtienen los mapas que permiten analizar hidrológicamente el modelo a través de la herramienta r.watershed. Este proceso genera los planos de arroyos, cuencas, relieve y direcciones del drenaje.

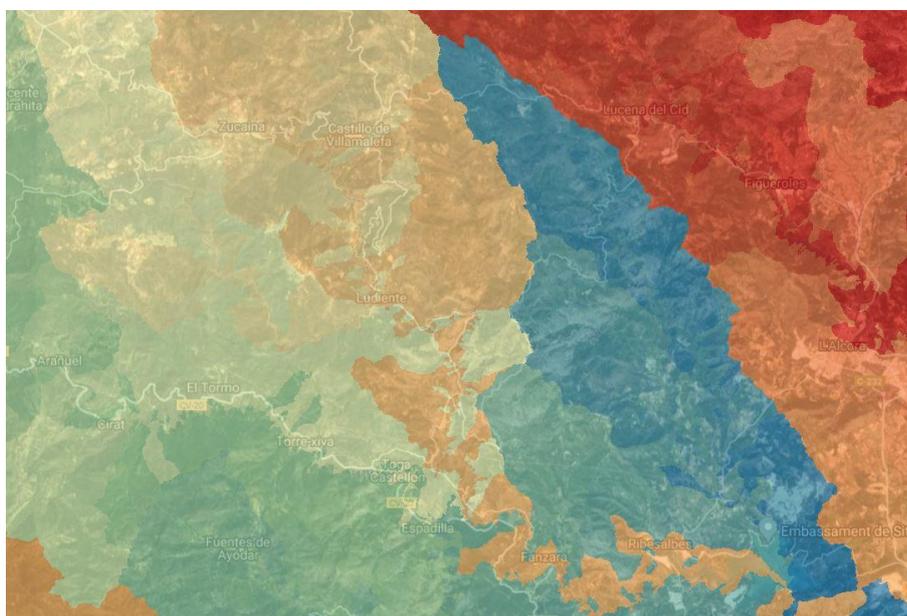


Figura 18: Distribución de las cuencas en el entorno de la zona objeto del estudio

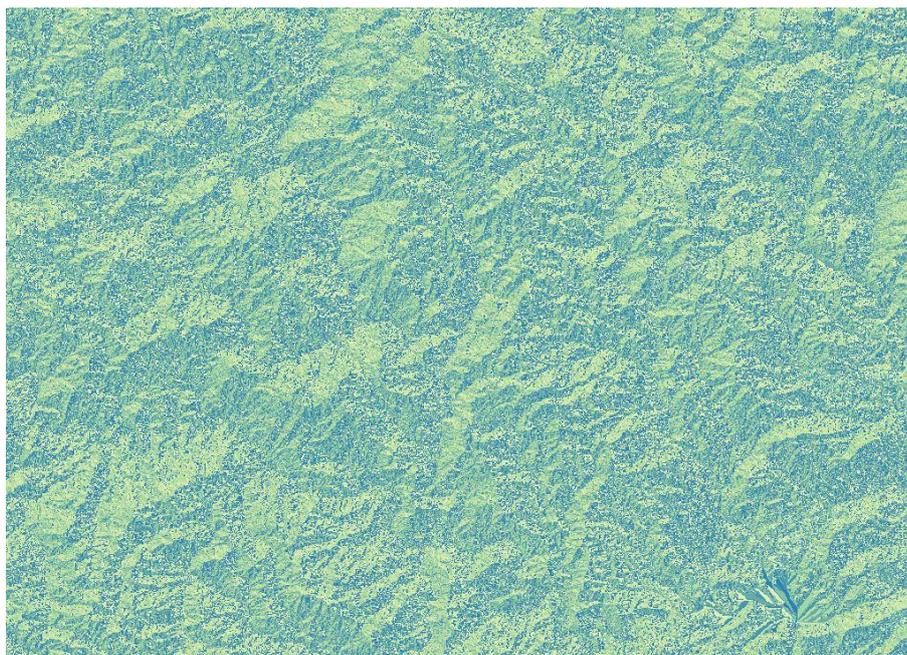


Figura 19: Mapa de relieve en el entorno de la zona objeto del estudio

Finalmente las capas de arroyos y cuencas se convierten de archivo raster a archivo vectorial mediante la función r.to.vect. y r.to.area respectivamente. Se ha realizado la conexión con Google Earth para poder visualizar las cuencas y ríos generados sobre la cartografía existente.

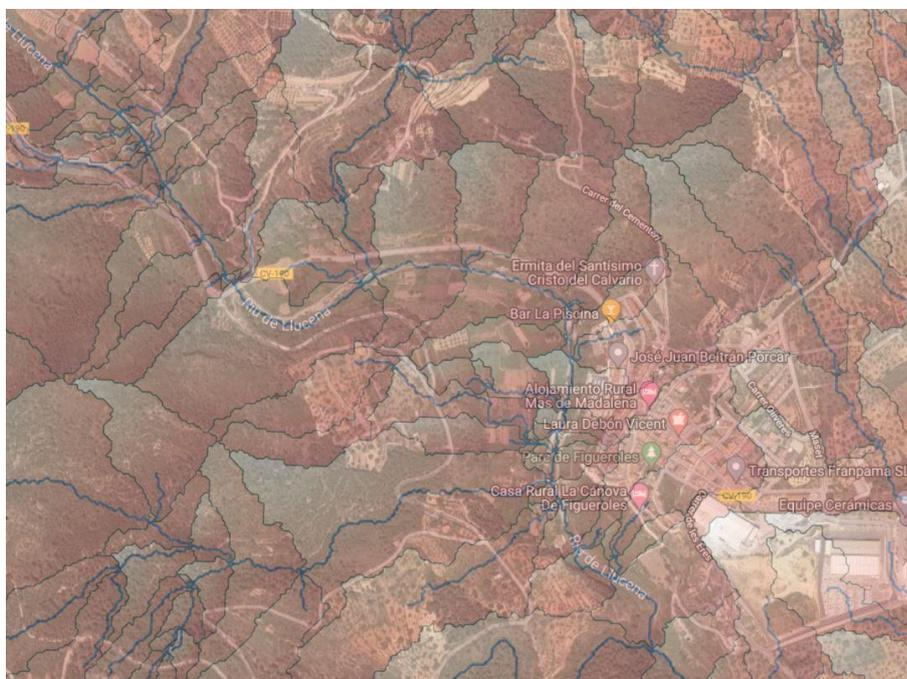


Figura 20: Distribución de las subcuencas en el entorno de la zona objeto del estudio

## Anejo N°3. Drenaje

Para la obtención de los caudales de diseño de las obras de drenaje de la solución adoptada es necesario conocer el área y los tiempos de concentración de cada una de las subcuencas. La delimitación de las cuencas se ha realizado con relativa facilidad, siendo de interés las subcuencas que se sitúan en la parte norte de la trazada de la carretera hasta su intersección con la misma, por estar a una mayor cota. La parte de las subcuencas comprendida entre la traza y el cauce del río Lucena no se consideran en el calculo del caudal de diseño.

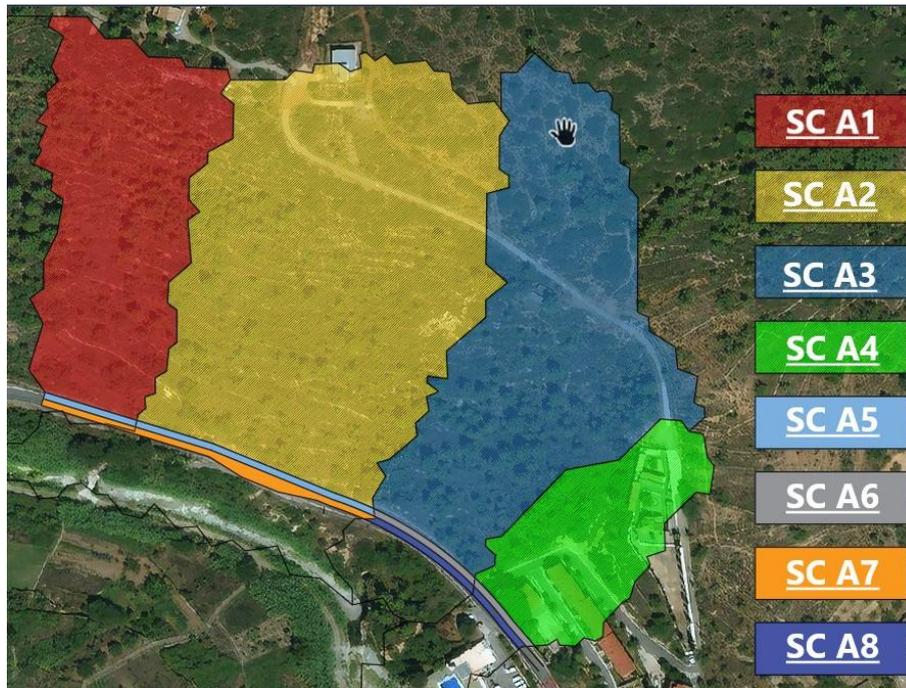


Figura 21: Distribución de las cuencas vertientes

En el Apéndice N°1 del presente Anejo se adjuntan todos los cálculos realizados para la obtención de los caudales aportados por cada una de las cuencas, diferenciando entre las cuencas vertientes sobre viales y sobre le terreno contiguo a la calzada.

En la siguiente tabla se visualiza un resumen de los resultados de los caudales obtenidos a partir de los cuales se diseñarán los elementos que conforman el drenaje longitudinal y transversal de la solución adoptada.

CUENCA	COTA MAX	COTA MIN	AREA (km2)	CAUDAL (m3/s)
SC A1	421,45	342,44	0,014105	0,16
SC A2	424,05	350,7	0,02963	0,313
SC A3	426,71	349,63	0,020888	0,203
SC A4	384,32	351,49	0,007392	0,085
SC A5	348,31	341,62	0,000628	0,029
SC A6	353,32	348,31	0,000371	0,019
SC A7	348,31	341,62	0,000762	0,036
SC A8	353,32	348,31	0,000355	0,018

Figura 22: Caudales obtenidos para cada subcuenca

### 4. Drenaje existente

La traza de la carretera CV-190, en la zona de actuación, discurre a media ladera, entre el desmonte de terreno forestal y el terraplén en el margen del río Lluca. El desmonte con una pendiente importante aportará escorrentía a la nueva actuación. En el margen correspondiente al cauce del río Lluca, las obras de drenaje existentes vierten el caudal captado.

Actualmente el tramo de la carretera CV-190 donde estará situada la solución propuesta, dispone tanto de obras de drenaje transversal como longitudinal.

En el tramo que transcurre en travesía, entre el margen de la plataforma y el muro de cerramiento existente, hay una cuneta a cota más baja que la calzada, de anchura en torno a los 0,60 m y una altura aproximada de 0,50 m, que hace la función tanto de recogida de la escorrentía, como la de trasegar el caudal recogido por el colector que discurre bajo la acera del núcleo urbano de Figueroles y que finaliza en la cuneta que discurre paralela a la carretera CV-190 una vez sobrepasado el cruce de dicha carretera con la calle Tossalet.



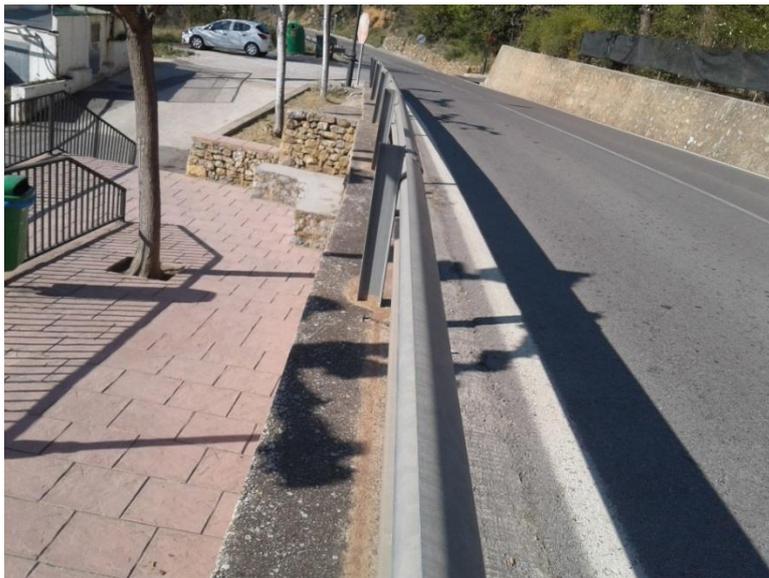
*Figura 23: Obra de drenaje longitudinal existente en el tramo de travesía. Colector de hormigón de diámetro 400 mm*

El drenaje longitudinal de la CV-190 está compuesto por una cuneta triangular, como pie de desmonte, en el margen norte de la calzada. Esta tiene una anchura variable superior al metro y una altura que oscila entre 0,35 m y 0,45 m.



*Figura 24: Obra de drenaje longitudinal existente en el tramo de carretera*

En el lado río (margen sur de la actuación), no existen obras de drenaje longitudinal como tal. En la zona de travesía, la escorrentía circula canalizada por el rebaje que existe entre las capas de firme de la calzada y la sobreelevación de la coronación del muro de mampostería que separa la carretera del acceso peatonal a la piscina municipal. Esta zona tiene una anchura aproximada de 0,30 m.



*Figura 25: Zona entre calzada y muro de mampostería acceso a piscina*

Debido a las elevadas pendientes existentes, tanto en la calle Tossalet, como en el acceso rodado a la piscina municipal, existen dos rejillas transversales colocadas en cada uno de estos viales para interceptar la escorrentía.

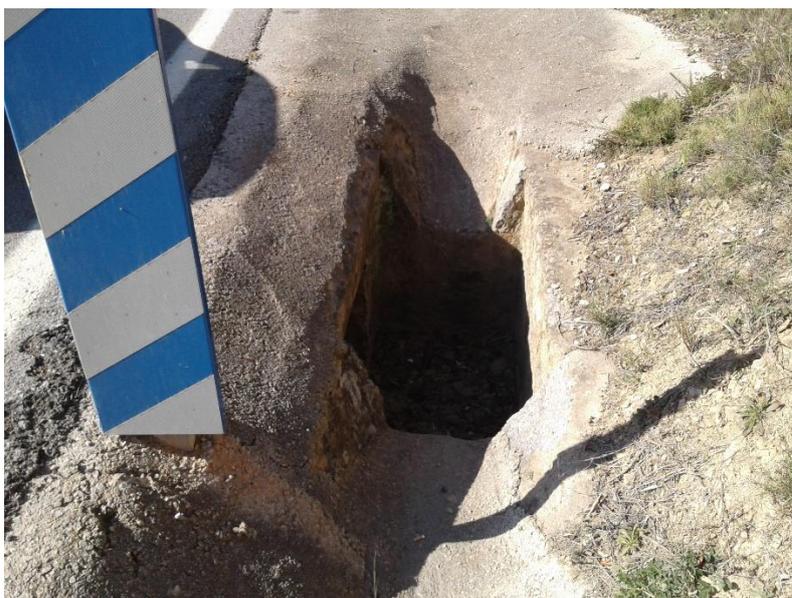


*Figura 26: Reja transversal en el acceso rodado a piscina municipal de anchura 0,40 m*



*Figura 27: Reja transversal en la calle Tossalet de anchura 0,57 m*

A lo largo de la traza donde se sitúa la zona objeto del estudio, aparecen obras de drenaje transversal, encargadas de desaguar la escorrentía captada por las obras drenaje longitudinal del lado montaña, cuneta de pie de desmonte, hacia el cauce del río Llcena.



*Figura 28: Entrada a ODT desde cuneta. Dimensiones 0,75 m de ancho y 1,45 m de longitud*

La obra de fábrica es de sección rectangular de dimensiones 0,75 m x 0,60 m.

### 5. Drenaje proyectado

En este apartado se va a dimensionar el drenaje necesario para evacuar adecuadamente las aguas procedentes de la ladera contigua a la traza de la solución adoptada, así como a la proveniente de la propia plataforma. Para ello se va a emplear los datos de entrada calculados previamente, como los caudales aportados por cada una de las cuencas delimitadas en el apartado N° 3.

Para el drenaje longitudinal, se va a emplear dos tipologías de cunetas de hormigón armado, con diferentes dimensiones. La cuneta en la parte de la traza norte, recogerá los caudales aportados por las cuencas delimitadas en la ladera (SC A1 – SC A4) así como en la mitad de la plataforma que discurre por el norte (SC A5 – SC A6). La otra cuneta longitudinal solo se dimensionará para evacuar el agua proveniente de la calzada en su parte sur (SC A7 – SC A8).

Para ello se va a proceder a definir en primer lugar las dimensiones de cada cuneta, el material empleado, la pendiente y el resto de las características que la componen.

#### Cuneta longitudinal N° 1: P.K. 0 + 000 – P.K. 0 + 297 (Norte)

- ✓ Tipología: Cuneta triangular
- ✓ Talud lado continuo calzada: 6H:1V (cuneta de seguridad)
- ✓ Talud lado opuesto calzada: 1H:1V
- ✓ Material: Revestimiento de hormigón.
- ✓ Profundidad: 0,30 metros
- ✓ Anchura total: 2,10 metros

#### Cuneta longitudinal N° 2: P.K. 0 + 000 – P.K. 0 + 297 (Sur)

- ✓ Tipología: Cuneta triangular
- ✓ Talud lado continuo calzada: 1H:1V
- ✓ Talud lado opuesto calzada: 1H:1V
- ✓ Material: Revestimiento de hormigón.
- ✓ Profundidad: 0,25 metros
- ✓ Anchura total: 0,50 metros

A continuación, se va a proceder a verificar que las cunetas propuestas son capaces de evacuar el caudal aportado por las cuencas en el punto de desagüe situado al principio de la solución adoptada.

Se ha optado por realizar la comprobación dejando un resguardo mínimo de 0,05 metros para ambas cunetas longitudinales, no superando en ningún caso un porcentaje de llenado superior al 75 %. Este dimensionamiento se ha realizado desde el lado de la seguridad, por lo que las secciones analizadas serán lo suficientemente grandes para recoger fenómenos

## Anejo N°3. Drenaje

de precipitación no contemplados en el estudio. En ambas se deberá verificar que no excede la velocidad máxima admisible definida por la Norma 5.2 – Drenaje Superficial.

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

Figura 29: Máximas velocidades admisibles según la naturaleza de la superficie

Se adjunta una tabla resumen donde se muestra el caudal captado y evacuado para cada cuneta longitudinal. Se pueden visualizar los cálculos realizados en el Apéndice N° 2 del presente anejo.

Cuneta longitudinal N° 1		
Cuencas de aportación	SC A1 - SC A6	
Caudal captado	0,809	m3/s
Caudal evacuado sección llena	1,48	m3/s
Caudal con resguardo 0,05 metros	0,981	m3/s
Porcentaje de llenado	73,47	%
Velocidad	3,114	m/s
Velocidad máxima admisible	4,5 - 6,00	CUMPLE

Figura 30: Caudal captado y evacuado de la cuneta longitudinal N°1

Cuneta longitudinal N° 2		
Cuencas de aportación	SC A7 - SC A8	
Caudal captado	0,054	m3/s
Caudal evacuado sección llena	0,143	m3/s
Caudal con resguardo 0,05 metros	0,079	m3/s
Porcentaje de llenado	64	%
Velocidad	1,975	m/s
Velocidad máxima admisible	4,5 - 6,00	CUMPLE

Figura 31: Caudal captado y evacuado de la cuneta longitudinal N°2

## Anejo N°3. Drenaje

En cuanto al drenaje transversal, se provee ejecutar una única Obra de Drenaje Transversal a principio de la actuación que permita dar continuidad al agua captada aguas arriba por la cuneta longitudinal N° 1 y dirigirla a la situada en la parte sur de la traza, cuneta longitudinal N° 2. De esta forma se asegura que en condiciones normales el agua discorra según el sentido natural de la escorrentía permitiendo su paso por debajo de la solución proyectada.

Para el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal, se han seguido en todo momento las recomendaciones recogidas en la Instrucción 5.2-IC Drenaje superficial, de la Dirección General de Carreteras, donde se indica que para estimar la capacidad de desagüe en elementos donde la pérdida de energía sea debida al rozamiento con conductos de paredes rugosas en se utilizará la fórmula de Manning.

$$Q = V \times S = \frac{1}{n} \times S \times R^{2/3} \times J^{0,5}$$

Donde:

- Q: el caudal desaguado.
- V: la velocidad media de la corriente
- S: el área de su sección.
- n: N°Manning, depende del tipo de material, en hormigón puede considerarse 0,015
- P: el perímetro mojado.
- R: S/P, su radio hidráulico.
- J: la pendiente de la línea de energía. Donde el régimen pueda considerarse uniforme se tomará igual a la pendiente longitudinal del elemento.

Las características de la obra de drenaje transversal se definen a continuación:

### Obra de Drenaje Transversal: P.K. 0+000

- ✓ Tipología: Sección circular
- ✓ Diametro : 800 mm
- ✓ Material: Revestimiento de hormigón.
- ✓ Pendiente: 1 %
- ✓ Sección de llenado: 85 %

Se adjunta una tabla resumen donde se muestra el caudal captado y evacuado por la ODT, así como la velocidad del agua que transcurre por la misma. Se pueden visualizar los cálculos realizados en el Apéndice N° 2 del presente anejo.

## Anejo N°3. Drenaje

Obra de Drenaje Transversal		
Cuencas de aportación	SC A1 - SC A6	
Caudal captado	0,809	m3/s
Caudal evacuado sección llena	1,233	m3/s
Caudal con sección al 85%	1,11	m3/s
Velocidad	2,598	m/s
Velocidad máxima admisible	4,5 - 6,00	CUMPLE

Figura 32: Caudal captado y evacuado por la ODT.

Tal y como se ha visto anteriormente, en torno al P.K. 14 + 000 de la carretera CV-190, se encuentra una ODT rectangular de hormigón de 0,75 x 0,60 metros. Puesto que la nueva traza de la carretera (P.K. 0 + 157) coincide prácticamente con la existente en ese tramo, se procederá a realizar una limpieza de la ODT y una ampliación de la misma en caso de que procediera.

Esta ODT no se ha tenido en cuenta en el dimensionamiento del drenaje transversal de la solución proyectada, quedando este estudio dentro del lado de la seguridad, al no considerar el alivio de las aguas que supone el funcionamiento de la ODT existente.

# Anejo N°3. Drenaje

## Apéndice N°1: Cuencas de aportación

DESCRIPCIÓN	Cuenca SC-A1 TERRENO FORESTAL (CONÍFERAS)
-------------	--

DRENAJE:	LONG
TIPO CUENCA	SECUNDARIA

Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota máx (msnm)	Cota mín (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc difuso (h)	Tc temez (h)	Tc (h)
Cuenca	0,01411	182,0	421,5	342,4	0,434	0,232	0,096	0,232

	Ldif	Ndif	Cota max	Cota min	jdif	tdif (min)	tdif (h)
Con vegetación escasa	182,00	0,32	421,5	342,4	0,434	13,947	0,232
total	182,00		421,45	342,44		13,947	0,232

K <sub>A</sub> reducción areal	K <sub>t</sub> coef. uniform	P <sub>0</sub> (mm)	Región	b med	P <sub>0</sub> corregido	I <sub>1</sub> / I <sub>d</sub>	F <sub>a</sub> Factor intensidad	
1,00	1,011	31,00	821	1,3		11,0	22,2	43,121

Caumax

Intens. Med.diaria	Intens.Prec

Coefficiente de escorrentia	Caudal máximo anual

$$I_d = P_d \cdot K_a / 24 \quad I(T,t) = I_d \cdot F_{int} \quad \Delta 50 \quad 0,35$$

Período retorno	P <sub>d</sub> (mm)	I <sub>d</sub> (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	P <sub>d</sub> · K <sub>a</sub>	F <sub>t</sub>	b	C	Q (m <sup>3</sup> /s)
25	144,760	6,032	133,903	144,760	1,07	1,391	0,301	0,160

Caumax

DESCRIPCIÓN	Cuenca SC-A2 TERRENO FORESTAL (CONÍFERAS)
-------------	--

DRENAJE:	LONG
TIPO CUENCA	SECUNDARIA

Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota máx (msnm)	Cota mín (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc difuso (h)	Tc temez (h)	Tc (h)
Cuenca	0,03	221,60	424,05	350,70	0,331	0,267	0,118	0,267

	Ldif	Ndif	Cota max	Cota min	jdif	tdif (min)	tdif (h)
Con vegetación escasa	221,60	0,32	424,05	350,70	0,331	15,995	0,267
total	221,60		424,05	350,7		15,995	0,267

K <sub>A</sub> reducción areal	K <sub>t</sub> coef. uniform	P <sub>0</sub> (mm)	Región	b med	P <sub>0</sub> corregido	I <sub>1</sub> / I <sub>d</sub>	F <sub>a</sub> Factor intensidad	
1,00	1,013	31,00	821	1,3		11,0	20,62	43,121

Caumax

Intens. Med.diaria	Intens.Prec

Coefficiente de escorrentia	Caudal máximo anual

$$I_d = P_d \cdot K_a / 24 \quad I(T,t) = I_d \cdot F_{int} \quad \Delta 50 \quad 0,35$$

Período retorno	P <sub>d</sub> (mm)	I <sub>d</sub> (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	P <sub>d</sub> · K <sub>a</sub>	F <sub>t</sub>	b	C	Q (m <sup>3</sup> /s)
25	144,760	6,032	124,373	144,760	1,07	1,391	0,301	0,313

Caumax

# Anejo N°3. Drenaje

DESCRIPCIÓN	Cuenca SC-A3
	TERRENO FORESTAL (CONÍFERAS)

DRENAJE:	LONG
TIPO CUENCA	SECUNDARIA

Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota máx (msnm)	Cota mín (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc difuso (h)	Tc temez (h)	Tc (h)
Cuenca	0,02	291,20	426,71	349,63	0,265	0,312	0,151	0,312

Con vegetación escasa	Ldif	Ndif	Cota max	Cota min	jdif	tdif (min)	tdif (h)
	291,20	0,32	426,71	349,63	0,265	18,736	0,312
total/	291,20		426,71	349,63		18,736	0,312

K <sub>A</sub> reducción areal	K <sub>t</sub> coef. uniform	P <sub>0</sub> (mm)	Región	b med	P <sub>0</sub> corregido	l1 / ld	F <sub>a</sub> Factor intensidad
1,00	1,016	31,00	821	1,3		11,0	18,91

43,121

Caumax

Intens. Med.diaria	Intens.Prec
--------------------	-------------

Coefficiente de escorrentia	Caudal máximo anual
-----------------------------	---------------------

$$I_d = P_d \cdot K_a / 24 \quad I(T,t) = I_d \cdot F_{int} \quad \Delta 50 \quad 0,35$$

Período retorno	P <sub>d</sub> (mm)	I <sub>d</sub> (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	P <sub>d</sub> · K <sub>a</sub>	F <sub>t</sub>	b	C	Q (m <sup>3</sup> /s)
25	144,760	6,032	114,059	144,760	1,07	1,391	0,301	0,203

Caumax

DESCRIPCIÓN	Cuenca SC-A4
	TERRENO FORESTAL (CONÍFERAS)

DRENAJE:	LONG
TIPO CUENCA	SECUNDARIA

Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota máx (msnm)	Cota mín (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc difuso (h)	Tc temez (h)	Tc (h)
Cuenca	0,01	131,50	384,32	351,49	0,250	0,229	0,084	0,229

Con vegetación escasa	Ldif	Ndif	Cota max	Cota min	jdif	tdif (min)	tdif (h)
	131,50	0,32	384,32	351,49	0,250	13,712	0,229
total/	131,50		384,32	351,49		13,712	0,229

K <sub>A</sub> reducción areal	K <sub>t</sub> coef. uniform	P <sub>0</sub> (mm)	Región	b med	P <sub>0</sub> corregido	l1 / ld	F <sub>a</sub> Factor intensidad
1,00	1,011	31,00	821	1,3		11,0	22,41

43,121

Caumax

Intens. Med.diaria	Intens.Prec
--------------------	-------------

Coefficiente de escorrentia	Caudal máximo anual
-----------------------------	---------------------

$$I_d = P_d \cdot K_a / 24 \quad I(T,t) = I_d \cdot F_{int} \quad \Delta 50 \quad 0,35$$

Período retorno	P <sub>d</sub> (mm)	I <sub>d</sub> (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	P <sub>d</sub> · K <sub>a</sub>	F <sub>t</sub>	b	C	Q (m <sup>3</sup> /s)
25	144,760	6,032	135,170	144,760	1,07	1,391	0,301	0,085

Caumax

## Anejo N°3. Drenaje

DESCRIPCIÓN	Cuenca SC-A5
	RED VIARIA

DRENAJE:	LONG
TIPO CUENCA	SECUNDARIA

Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota máx (msnm)	Cota mín (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc difuso (h)	Tc temez (h)	Tc (h)
Cuenca	0,001	178,130	348,310	341,620	0,038	0,148	0,150	0,148

	Ldif	Ndif	Cota max	Cota min	jdif	tdif (min)	tdif (h)
sin vegetación	178,130	0,015	348,310	341,620	0,038	8,875	0,148
total	178,13		348,31	341,62		8,875	0,148

K <sub>A</sub> reducción areal	K <sub>t</sub> coef. uniform	Pi <sub>0</sub> (mm)	Región	b med	P0 corregido	I1 / Id	F <sub>a</sub> Factor intensidad
1,00	1,007	1,00	821	1,3		11,0	28,14

Caumax

Intens. Med.diaria	Intens.Prec
--------------------	-------------

Coefficiente de escorrentía	Caudal máximo anual
-----------------------------	---------------------

$$I_d = P_d \cdot K_A / 24 \quad I(T,t) = I_d \cdot F_{int} \quad \Delta 50 \quad 0,35$$

Período retorno	P <sub>d</sub> (mm)	I <sub>d</sub> (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	P <sub>d</sub> · K <sub>t</sub>	F <sub>t</sub>	b	C	Q (m <sup>3</sup> /s)
25	144,760	6,032	169,731	144,760	1,07	1,391	0,989	0,029

Caumax

DESCRIPCIÓN	Cuenca SC-A6
	RED VIARIA

DRENAJE:	LONG
TIPO CUENCA	SECUNDARIA

Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota máx (msnm)	Cota mín (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc difuso (h)	Tc temez (h)	Tc (h)
Cuenca	0,000371	119,37	353,32	348,31	0,042	0,123	0,109	0,123

	Ldif	Ndif	Cota max	Cota min	jdif	tdif (min)	tdif (h)
sin vegetación	119,37	0,015	353,32	348,31	0,042	7,365	0,123
total	119,37		353,32	348,31		7,365	0,123

K <sub>A</sub> reducción areal	K <sub>t</sub> coef. uniform	Pi <sub>0</sub> (mm)	Región	b med	P0 corregido	I1 / Id	F <sub>a</sub> Factor intensidad
1,00	1,005	1,00	821	1,3		11,0	30,94

Caumax

Intens. Med.diaria	Intens.Prec
--------------------	-------------

Coefficiente de escorrentía	Caudal máximo anual
-----------------------------	---------------------

$$I_d = P_d \cdot K_A / 24 \quad I(T,t) = I_d \cdot F_{int} \quad \Delta 50 \quad 0,35$$

Período retorno	P <sub>d</sub> (mm)	I <sub>d</sub> (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	P <sub>d</sub> · K <sub>t</sub>	F <sub>t</sub>	b	C	Q (m <sup>3</sup> /s)
25	144,760	6,032	186,620	144,760	1,07	1,391	0,989	0,019

Caumax

# Anejo N°3. Drenaje

DESCRIPCIÓN	Cuenca SC-A7
	RED VIARIA

DRENAJE:	LONG
TIPO CUENCA	SECUNDARIA

Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota máx (msnm)	Cota mín (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc difuso (h)	Tc temez (h)	Tc (h)
Cuenca	0,000762	178,13	348,31	341,62	0,038	0,148	0,150	0,148

	Ldif	Ndif	Cota max	Cota min	jdif	tdif (min)	tdif (h)
sin vegetación	178,13	0,015	348,31	341,62	0,038	8,875	0,148
total	178,13		348,31	341,62		8,875	0,148

K <sub>A</sub> reducción areal	K <sub>t</sub> coef. uniform.	Pi <sub>0</sub> (mm)	Región	b med	P0 corregido	I1 / Id	F <sub>a</sub> Factor intensidad
1,00	1,007	1,00	821	1,3		11,0	28,14

1,391

Caumax

Intens. Med.diaria	Intens.Prec
--------------------	-------------

Coefficiente de escorrentía	Caudal máximo anual
-----------------------------	---------------------

Período retorno	P <sub>a</sub> (mm)	Id (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	Pd · K <sub>s</sub>	Ft	b	C	Q (m3/s)
25	144,760	6,032	169,731	144,760	1,07	1,391	0,989	0,036

Caumax

DESCRIPCIÓN	Cuenca SC-A8
	RED VIARIA

DRENAJE:	LONG
TIPO CUENCA	SECUNDARIA

Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota máx (msnm)	Cota mín (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc difuso (h)	Tc temez (h)	Tc (h)
Cuenca	0,00	119,37	353,32	348,31	0,042	0,123	0,109	0,123

	Ldif	Ndif	Cota max	Cota min	jdif	tdif (min)	tdif (h)
sin vegetación	119,37	0,02	353,32	348,31	0,042	7,365	0,123
total	119,37		353,32	348,31		7,365	0,123

K <sub>A</sub> reducción areal	K <sub>t</sub> coef. uniform.	Pi <sub>0</sub> (mm)	Región	b med	P0 corregido	I1 / Id	F <sub>a</sub> Factor intensidad
1,00	1,005	1,00	821	1,3		11,0	30,94

1,391

Caumax

Intens. Med.diaria	Intens.Prec
--------------------	-------------

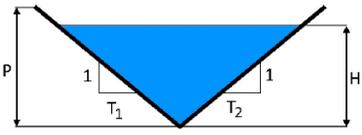
Coefficiente de escorrentía	Caudal máximo anual
-----------------------------	---------------------

Período retorno	P <sub>a</sub> (mm)	Id (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	Pd · K <sub>s</sub>	Ft	b	C	Q (m3/s)
25	144,760	6,032	186,620	144,760	1,07	1,391	0,989	0,018

Caumax

## Apéndice N°2: Obras de drenaje longitudinal

### Cuneta longitudinal N° 1



Profundidad P [m]:

Talud 1 V : T1 H [m]:

Talud 1 V : T2 H [m]:

Nº de Manning:

Pendiente [%]:

Q [m3/s]:

Calado o sección mojada

Calado [m]:

Sección mojada [%]:

Parámetro	Valor	Unidad
Profundidad	0,35	m
Talud 1 V : T1 H	6	m
Talud 1 V : T2 H	1	m
Nº de Manning	0,015	sm <sup>-1</sup>
Pendiente	3	%
Calado	0,3	m
Anchura lámina a	2,1	m
Sección mojada	0,315	m <sup>2</sup>
Llenado	73,469	%
Perímetro mojado	2,249	m
Radio hidráulico	0,14	m
Velocidad	3,114	m/s
Caudal	0,981	m <sup>3</sup> /s
Nº de Froude	2,568	
Calado crítico	0,437	m
Sección llena	0,429	m <sup>2</sup>
Caudal a sección l	1,48	m <sup>3</sup> /s

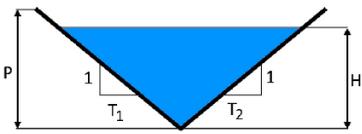
Variable a calcular

Caudal

Calado / Sección mojada

Pendiente

### Cuneta longitudinal N° 2



Profundidad P [m]:

Talud 1 V : T1 H [m]:

Talud 1 V : T2 H [m]:

Nº de Manning:

Pendiente [%]:

Q [m3/s]:

Calado o sección mojada

Calado [m]:

Sección mojada [%]:

Parámetro	Valor	Unidad
Profundidad	0,25	m
Talud 1 V : T1 H	1	m
Talud 1 V : T2 H	1	m
Nº de Manning	0,015	sm <sup>-1</sup>
Pendiente	3	%
Calado	0,2	m
Anchura lámina a	0,4	m
Sección mojada	0,04	m <sup>2</sup>
Llenado	64	%
Perímetro mojado	0,566	m
Radio hidráulico	0,071	m
Velocidad	1,975	m/s
Caudal	0,079	m <sup>3</sup> /s
Nº de Froude	1,994	
Calado crítico	0,264	m
Sección llena	0,062	m <sup>2</sup>
Caudal a sección l	0,143	m <sup>3</sup> /s

Variable a calcular

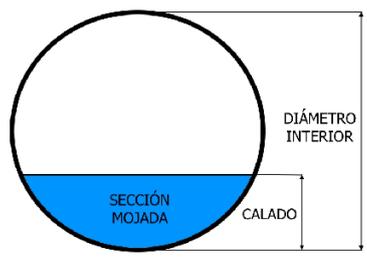
Caudal

Calado / Sección mojada

Pendiente

## Apéndice N°3: Obras de drenaje transversal

### Obra de Drenaje Transversal



Diámetro [mm]:

Nº de Manning:  ?

Pendiente [%]:

Caudal [m3/s]:

Calado o sección mojada

Calado [m]:

Sección mojada [%]:

Parámetro	Valor	Unidad
Diámetro	800	mm
Nº Manning	0,015	sm <sup>-1</sup>
Pendiente	1	%
Calado	0,634	m
Anchura lámina a	0,649	m
Sección mojada	0,427	m <sup>2</sup>
Llenado	85	%
Perímetro mojado	1,757	m
Radio hidráulico	0,243	m
Velocidad	2,598	m/s
Caudal	1,11	m <sup>3</sup> /s
Nº de Froude	1,022	
Calado crítico	0,641	m
Sección llena	0,503	m <sup>2</sup>
Caudal a sección l	1,146	m <sup>3</sup> /s
Calado a Qmax	0,751	m
Qmax	1,233	m <sup>3</sup> /s

Variable a calcular

Caudal

Calado / Sección mojada

Pendiente



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## **Anejo Nº 4. Firmes**

Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la  
carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles,  
Provincia de Castellón.

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Valencia





## Índice

1. Introducción.....	3
2. Normativa aplicable.....	3
3. Datos de trafico.....	3
4. Datos de explanada .....	5
5. Estado actual del firme .....	6
6. Dimensionamiento del firme .....	9
6.1 Firme en nueva calzada .....	10
6.1.1 Explanada.....	10
6.1.2 Sección de firme .....	10
6.2.2 Calzada sobre plataforma existente .....	16
6.2.3 Arcenes .....	16



## 1. Introducción

El objeto de este anejo es el definir y justificar la solución idónea para la implantación de la alternativa elegida para el ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CV-190 EN LA PUERTA DE ENTRADA A FIGUEROLES, PROVINCIA DE CASTELLÓN.

Previo al dimensionamiento del firme se realizará un análisis del estado actual en el que se encuentra mediante una inspección visual además de apoyarse sobre una serie de conclusiones extraídas del “Proyecto Básico Ronda de Figueroles de la carretera CV-190 (Castellón)”.

## 2. Normativa aplicable

La normativa que se va a emplear para determinar el firme será:

- Norma de secciones de firme de la Comunidad Valenciana. Enero 2009.
- Norma 6.1- I.C. “Secciones de firme” de la Instrucción de Carreteras. Noviembre 2003.
- Norma 6.3- I.C. “Rehabilitación de firmes” de la Instrucción de Carreteras. Noviembre 2003.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75).

## 3. Datos de tráfico

Se han obtenido los datos de tráfico del tramo objeto del estudio de la página web de la Conselleria de Política Territorial, Obres Públiques i Mobilitat de la Generalitat Valenciana. En la siguiente imagen se muestran los valores de la Intensidad Media Diaria (IMD) de los últimos cinco años (2016-2020).

GENERALITAT VALENCIANA Conselleria de Política Territorial, Obres Públiques i Mobilitat		INTENSIDAD MEDIA DIARIA / INTENSITAT MITJANA DIÀRIA IMD 2016-2020															
CV	Tramo	Pk Inicio	Inicio	Pk Fin	Fin	Calzada	Pk Est	2016	%p	2017	%p	2018	%p	2019	%p	2020	%p
CV-190	190020	13+300	Figueroles	20+780	CV-193	Conv.	17+500	2.121	8,1%	1.869	6,8%	1.978	5,9%	2.254	5,9%	1.652	6,4%

Figura 1: Intensidad Media Diaria entre los años 2016 y 2020

Según la Norma 3.1 -IC Trazado (Orden FOM/273/2016 de 19 de febrero) el tramo objeto del estudio se define como una carretera convencional de un carril por sentido de circulación. Dispone de arcenes a ambos lados de la calzada no siendo estos superiores a 1 m de anchura.

## Anejo N°4. Firmes

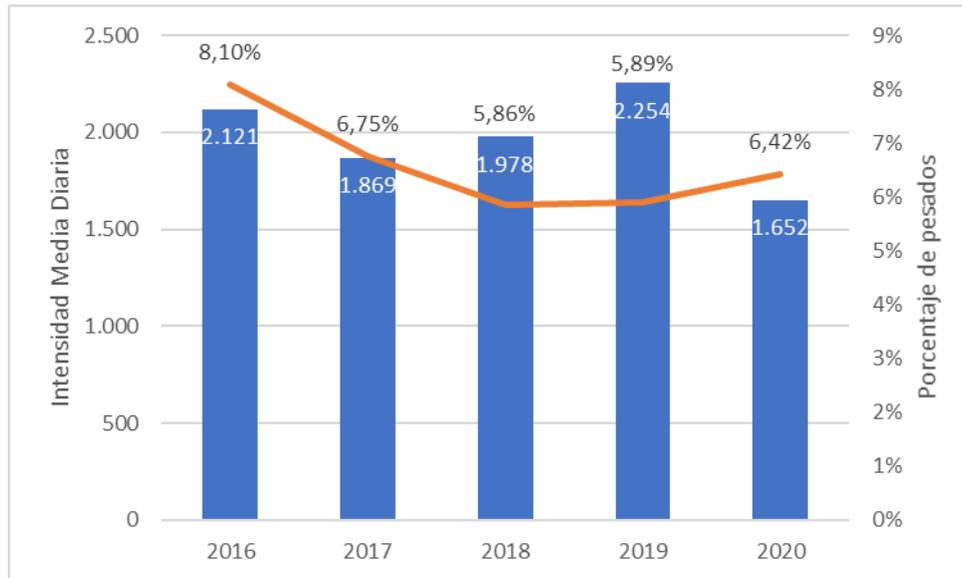


Figura 2: Intensidad Media Diaria entre los años 2016 y 2020

Para poder calcular la Intensidad Media Diaria en el año de puesta en servicio, se deberá establecer previamente la tasa de vehículos pesados. Para determinar esta tasa, se procede a realizar la media ponderada de los últimos 5 años, lo que da un valor de 6,61 %.

Se puede observar en el gráfico que entre los años 2016-2017 y 2019-2020 se produjo un decrecimiento de la Intensidad Media Diaria en el tramo analizado del 12 % y 27 % respectivamente. Sin embargo, entre los años 2017 y 2019 la Intensidad Media Diaria aumento cada año un 6% y 13 % respectivamente. Para finalizar, la Nota de Servicio 5/2014 del Ministerio de Fomento establece que los proyectos firmados en 2017 y en adelante deben adoptar un valor de la tasa de crecimiento anual mínima del 1,44 %. En este estudio se va a adoptar un valor de la tasa de crecimiento anual de 2% quedando de este modo dentro del lado de la seguridad.

Incrementos de tráfico a utilizar en estudios	
Periodo	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08 %
2013 – 2016	1,12 %
2017 en adelante	1,44 %

Figura 3: Intensidad Media Diaria entre los años 2016 y 2020

El tráfico esperado en el año de puesta en servicio (2025) vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T_p = T_{p,0} \times r^n$$

Siendo:

## Anejo N°4. Firmes

$T_p$ : Tráfico de vehículos pesados para el año de puesta en servicio.

$T_{p,0}$ : Tráfico de vehículos pesados para el año 2020. (106 vehiculos pesados)

r: Tasa de crecimiento anual estimada. (2%)

n: Número de años hasta el año de puesta en servicio. (5 años)

Tras introducir los datos en la fórmula, se obtiene un tráfico de vehículos pesados estimados para el año 2025 de 117 vehículos pesados por día. Al tratarse de una carretera de convencional, con una calzada y dos sentidos de circulación, la IMD calculada para el año de puesta en servicio corresponderá a ambos sentidos.

Tal y como recoge la normativa, en calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada, por lo que se obtiene una intensidad de vehículos pesados de 59 por día. Según la tabla de la Norma 6.1-IC donde se definen las categorías de tráfico pesado el tramo objeto del estudio se correspondería con una carretera T32.

Sin embargo, en la norma se puntualiza que donde se justifique que los ejes de los vehículos pesados pueden estar especialmente sobrecargados, deberá considerarse la posibilidad de adoptar una categoría de tráfico pesado inmediatamente superior (en las inferiores a la T00), sobre todo en los valores próximos al límite superior de la categoría correspondiente. Del mismo modo podrá procederse en los casos de tramos en rampa con inclinaciones medias superiores al 5% (o superiores al 3% cuya longitud sea superior a 500 m). Es por ello que se decide dimensionar el paquete de firme para una categoría de tráfico pesado T31.

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

Figura 4: Intensidad Media Diaria entre los años 2016 y 2020

### 4. Datos de explanada

Los datos de la explanada se han obtenido a partir de la memoria del Proyecto Básico Ronda de Figueroles de la carretera CV-190 (Castellón) que data del año 2005.

En la memoria se detalla que la zona objeto del estudio pertenece fundamentalmente a la unidad morfoestructural del TRIÁS EXTRUSIVO, y en concreto se encuadra en la subunidad correspondiente al SECTOR TRIÁSICO DE VILLAHERMOSA-LLUCENA. Está ubicada al Sur de Penyagolosa y de la Serra de la Creu, la cobertera secundaria por donde afloran los materiales del zócalo, bien de forma aislada (en Villahermosa y entre Lluca y Figueroles), bien siguiendo una banda continua de unos 15 km de longitud y 2-3 km de anchura, con orientación N 120º E En ambos casos se trata de calizas y dolomías del Muschelkalk y arcillas

## Anejo N°4. Firmes

yesíferas del Keuper. La depresión de Lluçena está recubierta por un glacis terciario que forma un potente conglomerado.

La litología ofrece cambios laterales muy importantes, que se explican por la compleja evolución sedimentaria del sector. En la zona de Trías extrusivo, abundan las calizas, aunque en algunos casos están mezcladas con margas. Sin embargo, lo más significativo son las extrusiones triásicas formadas por margas, arcillas y yesos (Lluçena) y la abundancia de areniscas.

Finalmente se concluye que según la clasificación de los materiales para rellenos tipo terraplén recogido en el artículo 330 del PG-3, el suelo atravesado por la traza de la solución adoptada se clasifica según su uso para viales como suelo tolerable.

### 5. Estado actual del firme

A la vista del estado en que se encuentra el firme actual, podemos afirmar que la degradación de este es importante, pudiendo encontrarse una gran cantidad de deterioros en el mismo.

El estado actual denota que el firme ha agotado su vida útil, y por tanto se hace necesario proceder a una actuación de rehabilitación del firme existente adaptándolo a las condiciones previsibles de tráfico futuras.

La caracterización de los deterioros se ha realizado utilizando como bibliografía los siguientes documentos:

- ✓ “Catálogo de deterioros en firmes”, del MOPU, año 1989.
- ✓ “Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles”, del Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, volumen nº 11, año 2002.

Los deterioros detectados en la zona de la actuación son:

Deformaciones:

- Roderas y blandones
- Baches y ondulaciones

Agrietamientos:

- Grietas transversales.
- Grietas longitudinales.
- Cuarteos “Piel de cocodrilo”.

En las siguientes imágenes se pueden apreciar dichos deterioros:



Figura 5: Cuarteo (piel de cocodrilo) y roderas en carril izquierdo según sentido de avance de pk's



Figura 6: Cuarteo (piel de cocodrilo) y roderas en carril derecho según sentido de avance de pk's



*Figura 7: Pulimento de los áridos*



*Figura 8: Agrietamientos transversales*



*Figura 9: Agrietamientos longitudinales*



*Figura 10: Pérdida de árido de la capa de rodadura (peladuras)*

## 6. Dimensionamiento del firme

Uno de los principales condicionantes del presente estudio es el de aprovechar lo máximo posible la actual plataforma de la carretera CV-190 existente, por ello existirán dos secciones de firme claramente diferenciadas, una sección de firme de nueva construcción,

## Anejo N°4. Firmes

fuera de la calzada de la CV-190 y otra sobre dicha calzada, correspondiéndose a una sección de firme de refuerzo, con tal de adaptar la rasante existente a la del eje de la solución propuesta.

### 6.1 Firme en nueva calzada

#### 6.1.1 Explanada

De acuerdo con las conclusiones y resultados mencionados anteriormente, se considera la existencia de un suelo tolerable sobre el que asentar la traza de la solución adoptada. Por consiguiente, y descartando el empleo de materiales tratados con cemento dado el tipo de actuación proyectada, las alternativas de explanada que a priori resultan de aplicación al caso se corresponden con las definidas en la siguiente tabla:

EXPLANADAS			
Alternativa		Espesor	Material
E2	$(E_{0,ck} \geq 140 \text{Mpa}$ y $\gamma = 0,40$ , o $E_{v2} \geq 100 \text{Mpa}$ )	75 cm	Suelo seleccionado Tipo 2 (CBR $\geq 12$ )
E1	$(E_{0,ck} \geq 100 \text{Mpa}$ y $\gamma = 0,40$ , o $E_{v2} \geq 50 \text{Mpa}$ )	60 cm	Suelo seleccionado Tipo 1 (CBR $\geq 6$ )
		45 cm	Suelo seleccionado Tipo 2 (CBR $\geq 12$ )

Figura 11: Tipos de explanada posibles sobre suelo tolerable según la Norma de secciones de firme de la Comunidad Valenciana

La explanada E3 no se puede formar si el terreno subyacente no está formado por suelos adecuados o materiales de mejor calidad, por lo que se descarta esta posibilidad.

Con un suelo tolerable se puede elegir 2 tipos de explanada, tanto la E1 como la E2. Poner un tipo de explanada E1, implica colocar mayor espesor de mezclas bituminosas, por lo que se considera más adecuado hacer una mejor explanada y extender menor espesor de mezclas bituminosas.

Con todo lo anteriormente dicho, a efectos del dimensionamiento del firme de la carretera que se proyecta, se considera a priori adecuada una explanada Tipo E2 conformada sobre terreno natural clasificado como suelo tolerable, mediante la disposición sobre el mismo de una capa de suelo seleccionado con un espesor mínimo de 75 cm según la Norma de Secciones de firme de la Comunidad Valenciana. En el siguiente apartado se compararán ambas para ver que alternativa resulta más ventajosa desde el punto de vista económico.

#### 6.1.2 Sección de firme

Según la Norma de firme de la Comunidad Valenciana, para una categoría de explanada E1 y E2 un tráfico T31 se tienen las siguientes opciones:

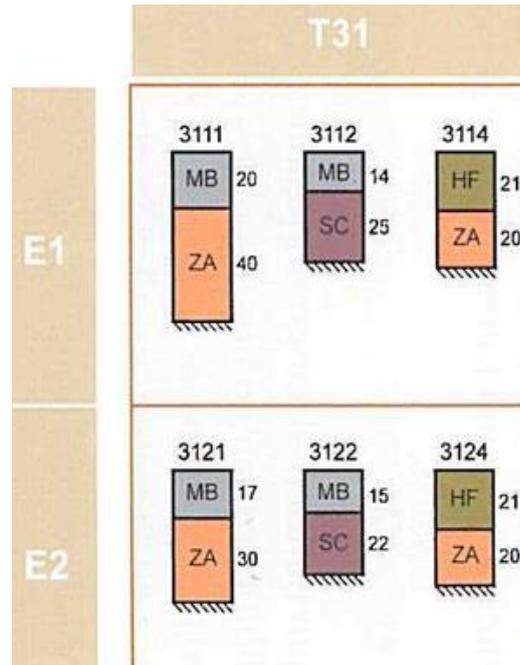


Figura 12: Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T31 y categoría de explanada E1, E2. Norma de firmes de la Comunidad Valenciana

El catálogo de secciones que aparece en la norma es aplicable cuando el nivel de información del tráfico es superior. Puesto que el nivel de información es inferior, ya que únicamente se conoce la  $IMD_p$  en el carril de proyecto y en el año de puesta en servicio, y además la categoría de tráfico es inferior a T21, el espesor de la capa estructural se debe incrementar tal según la norma de “Secciones de firmes de la Comunitat Valenciana” indica que “el espesor de la capa estructural se incrementará 3 cm para las categorías de tráfico pesado T21 o superiores, y de 2 cm para el resto. A estos efectos se considerará como capa estructural el suelocemento, la gravacemento, o el pavimento de hormigón en las secciones tipo 2, 3 ó 4 respectivamente. En las secciones tipo 1 se considera como capa estructural la inferior de mezcla bituminosa, si por encima de ella hay por lo menos otras dos; si no existiesen al menos tres capas de mezcla bituminosa, el espesor de la capa de zahorra artificial situada más arriba en el firme entre las que pudieren existir se incrementará en 5 cm.”

En el caso analizado las secciones estudiadas son del tipo 1, es decir, secciones de firme flexible compuestas por mezclas bituminosas sobre zahorra artificial.

Como se ha comentado para el caso de la explanada, y debido al tipo de actuación que comprende el presente estudio de soluciones, se desecha la opción de emplear materiales tratados con cemento.

Las secciones de firme a priori utilizables se corresponden con las denominadas como 3121 (constituída por 17+2 cm de MB y 30 cm de ZA) y 3111 (constituída por 20+2 cm de MB y 40 cm de ZA).

Por cuestiones económicas, se determina que la sección de firme 3121, que supone un ahorro de 10 cm de zahorra artificial y 3 cm de mezcla bituminosa por metro lineal, será la empleada para ejecutar la solución adoptada en el presente estudio.

## Anejo N°4. Firmes

Una vez establecida el tipo de sección de firme adoptada, se procede a seleccionar el tipo de mezcla bituminosa para cada capa.

Los espesores mínimos de cada una de las capas que forman el firme vienen condicionados por diversos factores:

- Tabla 15 de la Norma de Secciones de Firme de la Comunitat Valenciana.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T21	T22 y T31	T32 a T42
Rodadura	PA 11 <sup>(1)</sup>	4		
	BBTM 11 B M		3	
	BBTM 8 B M			2
	BBTM 11 A F		3	
	BBTM 8 A F			2
	AC 16 surf D			
	AC 22 surf D		5-6	5
	AC 16 surf S			
	AC 22 surf S			
Intermedia	AC 22 bin D			
	AC 22 bin S			
	AC 32 bin S		5-10	
	AC 22 bin G <sup>(2)</sup>			
	AC 32 bin G <sup>(2)</sup>			
	AC 22 bin 15/25 AM	7-13		
Base	AC 32 base S			
	AC 22 base G		7-15	
	AC 32 base G			
	AC 22 base 15/25 AM	7-13		

Figura 13: Espesores de las capas de mezcla bituminosa. Tabla 15. Norma de firmes de la Comunidad Valenciana

- Según la Norma 6.1-I.C., “en las secciones en las que haya más de una capa de mezcla bituminosa el espesor de la capa inferior será mayor o igual al espesor de las superiores”

En cuanto al riesgo asfáltico, se recogen las siguientes definiciones en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3):

- ✓ Riego de imprimación: Aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa.
- ✓ Riego de adherencia: Aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de cualquier tipo de capa bituminosa que no sea un tratamiento superficial con gravilla, o una lechada bituminosa.



## Anejo N°4. Firmes

De acuerdo con la norma, se selecciona el ligante 50/70 para las capas de rodadura, intermedia y base empleadas tanto para la calzada nueva como la calzada sobre plataforma existente.

ZONA TÉRMICA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 a T21	T21	T22 a T32	T41 y T42	Arcenes
ZT1, ZT2, ZT3	50/70 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65	35/50 50/70 PMB 45/80-60b	50/70 PMB 45/80-60b	50/70	50/70
ZT4	35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65	35/50 50/70 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60b PMB 45/80-65	35/50 50/70 PMB 45/80-60b	50/70	50/70

Figura 15: Tipo de ligante para las capas de rodadura e intermedia según la zona térmica.

ZONA TÉRMICA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
	T00 y T0	T1 y T21	T22 a T32
ZT1, ZT2, ZT3	50/70 PMB 25/55-65	50/70	50/70
ZT4	35/50 50/70 PMB 25/55-65	35/50 50/70	50/70

Figura 16: Tipo de ligante para la capa base según la zona térmica.

Las dotaciones mínimas del ligante quedan definidas en la siguiente tabla según la capa y el tipo de material empleado.

## Anejo N°4. Firmes

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (% s/m)
Rodadura	PA 11	4,30
	BBTM 11 B M	4,75
	BBTM 8 B M	4,75
	BBTM 11 A F	5,20
	BBTM 8 A F	5,20
	AC 16 surf D	4,55
	AC 22 surf D	4,55
	AC 16 surf S	4,55
	AC 22 surf S	4,55
Intermedia	AC 22 bin D	3,85
	AC 22 bin S	3,85
	AC 32 bin S	3,85
	AC 22 bin G	3,85
	AC 32 bin G	3,85
	AC 22 bin 15/25 MAM	5,00
Base	AC 32 base S	3,40
	AC 22 base G	3,40
	AC 32 base G	3,40
	AC 22 base 15/25 MAM	5,00

Figura 17: Dotación mínima de ligante según capa y tipo de mezcla bituminosa.

A continuación, se resume en la siguiente tabla la sección de firme proyectada para la categoría de tráfico pesado y tipo de explanada correspondientes.

SECCIÓN 3121 CALZADA NUEVA		
Espesor	Capa	Material a emplear
5 cm	Rodadura	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 surf 50/70 S con árido porfídico (dotación 4,55 %)
-	Riego de adherencia	Emulsión bituminosa tipo C60B3 TER (0,60 kg/m <sup>2</sup> )
5 cm	Intermedia	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin 50/70 S con árido calizo (dotación 3,85 %)
-	Riego de adherencia	Emulsión bituminosa tipo C60B3 TER (0,60 kg/m <sup>2</sup> )
9 cm	Base	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base 50/70 G con árido calizo (dotación 3,40 %)
-	Riego de imprimación	Emulsión bituminosa tipo C50BF4 IMP (1,20 kg/m <sup>2</sup> )
30 cm	Sub-base	Zahorra artificial ZA 0/32

Figura 18: Tabla resumen con las capas a disponer en la solución propuesta

### 6.2.2 Calzada sobre plataforma existente

Tal y como se ha podido comprobar con la inspección visual efectuada, el firme presenta zonas que reflejan agotamiento estructural, por ello en la presente actuación, para el proyectado sobre la plataforma existente de la CV-190, se actuará realizando un refuerzo.

Según la norma de Rehabilitación de firmes 6.3-IC, el mínimo espesor de recrecimiento con mezcla bituminosa para una categoría de tráfico pesado T3, es de 5 cm. Por ello, se realizará la reposición integral de las capas bituminosas en carril y arcén de acuerdo a la sección de firme proyectada para la calzada nueva.

A continuación, se define la sección de firme empleada para este caso en particular.

SECCIÓN 3121 SOBRE PLATAFORMA EXISTENTE		
Espesor	Capa	Material a emplear
5 cm	Rodadura	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 surf 50/70 S con árido porfídico (dotación 4,55 %)
-	Riego de adherencia	Emulsión bituminosa tipo C60B3 TER (0,60 kg/m <sup>2</sup> )
5 cm	Intermedia	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin 50/70 S con árido calizo (dotación 3,85 %)
-	Riego de adherencia	Emulsión bituminosa tipo C60B3 TER (0,60 kg/m <sup>2</sup> )
9 cm	Base	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base 50/70 G con árido calizo (dotación 3,40 %)
-	Riego de imprimación	Emulsión bituminosa tipo C50BF4 IMP (1,20 kg/m <sup>2</sup> )

El tramo objeto del estudio donde se vaya a recibir una capa de mezcla bituminosa, deberá efectuarse previa a su extensión, un escarificado y limpieza del firme mediante barrido mecánico y un riego de adherencia, definido en el artículo 531 del PG-3. La correcta ejecución de estos riegos es fundamental para el buen comportamiento del firme. En las zonas deterioradas se efectuará una reparación mediante el sellado de fisuras

### 6.2.3 Arcenes

La norma de “Secciones de firmes de la Comunitat Valenciana” indica que, en los arcenes de anchura igual o inferior a 1,00 m, su firme será, por razones constructivas, prolongación del firme de la calzada adyacente, como será en este caso.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## **Anejo Nº 5. Trazado**

Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la  
carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles,  
Provincia de Castellón.

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Valencia



## | Anejo N°5. Trazado

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Normativa aplicable.....	3
3. Descripción de la actuación.....	3
4. Condicionantes de trazado.....	3
5. Criterios de diseño .....	4
5.1 Visibilidad .....	4
5.2 Diseño geométrico .....	5
5.3 Solución adoptada.....	9
6. Situación actual .....	11
6.1 Análisis de la geometría en planta.....	11
6.2 Análisis de la geometría en alzado .....	13
7. Situación proyectada.....	13
7.1 Análisis de la geometría en planta.....	13
7.2 Análisis de la geometría en alzado .....	15
7.3 Análisis de visibilidades .....	17
7.4 Sección tipo .....	19
7.5 Replanteo de la solución proyectada .....	21
7.6 Modelización de la solución adoptada .....	22
Apéndice N°1: Terraplén y desmonte	
Apéndice N°2: Sección de firme y explanada	

## | Anejo N°5. Trazado

# Anejo N°5. Trazado

## 1. Introducción

El objeto de este anejo es el definir el trazado geométrico en planta y alzado de la solución adoptada para el ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CV-190 EN LA PUERTA DE ENTRADA A FIGUEROLES, PROVINCIA DE CASTELLÓN.

## 2. Normativa aplicable

La normativa y guías técnicas que se va a seguir para determinar el trazado de la solución adoptada son las siguientes:

- Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC Trazado
- Guide des chicanes et écluses sur voiries urbaines. Certu
- Instrucción 8.1- IC. Señalización Vertical e Instrucción 8.2- IC. Marcas Viales.

## 3. Descripción de la actuación

La solución adoptada en el presente estudio, tal y como se justifica en el Anejo N° 2 Estudio de soluciones, es la implantación de una chicane como puerta de entrada al municipio de Figueroles, provincia de Castellón.

El principal objetivo que se persigue con esta actuación es reducir la velocidad de circulación a la entrada al núcleo urbano de Figueroles del tráfico que proviene de Lucena del Cid, aportando a los conductores la percepción de entrada a un tramo de travesía de peligrosidad potencial.

El cumplimiento de dicho objetivo supondrá una mejora de la seguridad vial en el tramo objeto del estudio, así como dentro del municipio de Figueroles.

## 4. Condicionantes de trazado.

En el ajuste de trazado, además de los parámetros de diseño geométrico se han tenido en cuenta los condicionantes que se indican a continuación:

- ✓ Maximizar el aprovechamiento de la plataforma existente.
- ✓ No invadir el dominio público del cauce del río Lluçena, que representa el principal condicionante de contorno de la actuación.
- ✓ Afectar lo mínimo posible al terreno colindante que está calificado como suelo forestal.

## Anejo N°5. Trazado

- ✓ Garantizar la funcionalidad y la seguridad vial en el transcurso de los vehículos en el nuevo elemento en la vía.

Los motivos por los que se ha decidido diseñar una chicane son los siguientes:

- ✓ En primer lugar, la chicane puede constituir una puerta de entrada a un municipio tal y como se justifica en el Anejo N° 2 Estudio de Soluciones, al reducir la velocidad de operación de los vehículos que circulan por la vía entre 20 y 30 km/h.
- ✓ La chicane es un diseño que se integra muy bien en el entorno y que permite resolver la problemática aprovechando en la medida de lo posible la traza por la que discurre la carretera existente.
- ✓ La disponibilidad de espacio, así como la IMD han sido factores determinantes en la elección de la chicane como solución adoptada. Se ha observado según el estudio de tráfico realizado en el proyecto “Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial.” que en caso de realizarse en un futuro la variante de la carretera CV-190 por la cual se desviase gran parte del tráfico que discurre por el municipio, se debería de implantar la glorieta antes de la chicane, al no tener sentido que gran parte de los usuarios de la vía moderasen la velocidad para coger la nueva posible variante.

### 5. Criterios de diseño

Para realizar el diseño de la nueva chicane se ha basado en las recomendaciones recogidas en la “Guide des chicanes et écluses sur voiries urbaines. Certu” las cuales se detallan a continuación:

#### 5.1 Visibilidad

A continuación, se detallan los requerimientos de visibilidad desde un punto situado aguas arriba de la chicane según el emplazamiento de la misma y la velocidad de circulación de la vía.

- En la entrada de la aglomeración, dentro de los 50 metros después de la señal de entrada a la aglomeración, si la carretera tiene una velocidad de operación de 90 km/h la distancia de visibilidad mínima será de 130 metros en caso de que la chicane se disponga en una recta o de 150 metros si se dispone en una curva.
- Dentro del área urbana, con una velocidad de circulación de 50 km/h, la distancia de visibilidad mínima será de 45 metros, mientras que en casos particulares donde la velocidad ascienda a 70 km/h, la distancia necesaria será de 85 metros como mínimo.
- Dentro de una zona limitada a 30 km/h, la distancia mínima de visibilidad será de 20 metros.
- En un área de reunión la distancia de visibilidad será al menos de 15 metros.

### 5.2 Diseño geométrico

Para que una chicane resulte eficaz, se debe producir una restricción en la conducción al usuario de la vía sin constituir un peligro para la seguridad vial. Esta restricción se caracteriza por una desviación en la trayectoria y un efecto de muro en ciertos puntos de la trayectoria. Entre sus factores principales se encuentran: la pendiente y la amplitud del desplazamiento geométrico, los tipos de bordillo, el ancho de la vía, así como la longitud de la chicane. La dificultad consiste en encontrar una geometría restrictiva para un vehículo ligero que circula a 50 km/h al mismo tiempo que se asegure el paso a otros usuarios de la vía como pueden ser autobuses, tráfico pesado, vehículos de emergencia... sabiendo que el espacio disponible en muchas ocasiones se limita al ancho de la plataforma existente.

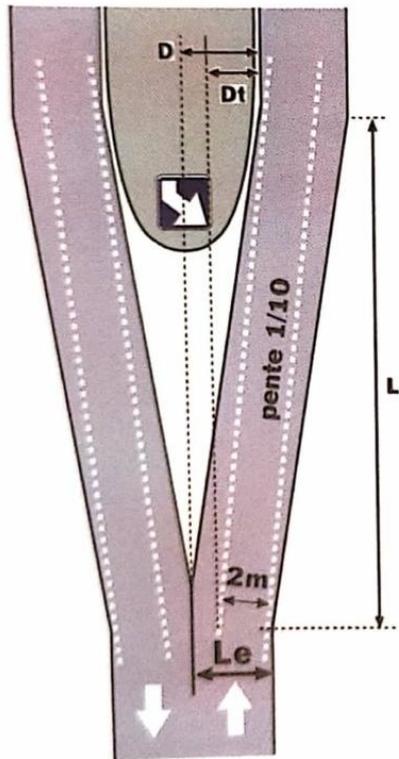
Para garantizar una restricción coherente en relación con los límites de velocidad deseados, se debe adoptar los siguientes principios:

- ✓ Inscribir una trayectoria del vehículo con una pendiente igual a  $1/10$  si desea limitar la velocidad de los vehículos ligeros a 50 km/h.
- ✓ Inscribir una trayectoria del vehículo con una pendiente igual a  $1/7$  si desea limitar la velocidad de los vehículos ligeros a 30 km/h.
- ✓ Adoptar un desplazamiento geométrico igual al ancho de la vía para las chicanes con isleta central y al menos igual al ancho del carril para las chicanes sin isleta central.

En este estudio se ha optado por una chicane angular, con tramos rectos, en lugar de la chicane con formas curvas por adecuarse en mayor medida al emplazamiento de la actuación, así como al carácter del sitio. De esta manera se enfatiza en una mayor medida en el carácter urbano que adquiere la vía tras el elemento moderador.

A continuación, se representa las características geométricas de las chicanes angulares recogidas en la "Guide des chicanes et écluses sur voiries urbaines".

Chicane avec îlot



$$Dt = D - Le + 2$$

pour 50 km/h :  $L = 10 \times (D - Le + 2)$   
 pour 30 km/h :  $L = 7 \times (D - Le + 2)$

Chicane simple sans îlot

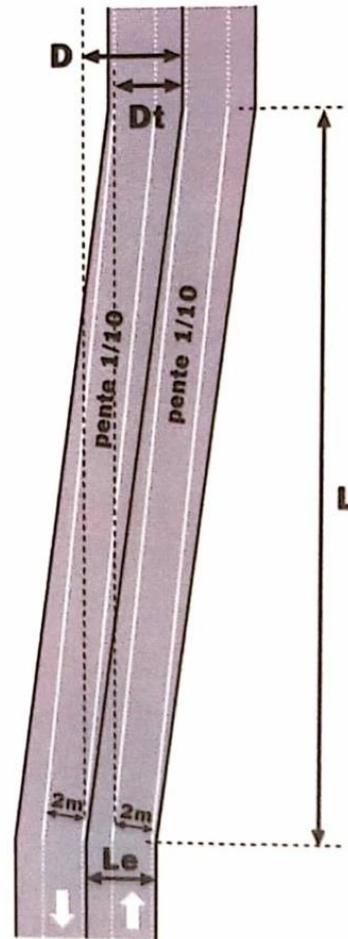


Figura 1: Parametros de diseño de la chicane.

Donde:

- D = Desfase geométrico ( $D > 2$  metros)
- Dt = Desfase de la trayectoria del vehículo
- L = Longitud del desfase
- Le = Ancho del carril de entrada
- Dt/L = Pendiente del desfase de la trayectoria del vehículo
- D/L = Pendiente del desplazamiento geométrico

Las fórmulas que se muestran en la figura permiten ayudar en el diseño del elemento moderador. Tal y como declara el CERTU, las fórmulas anteriores han sido validadas por el software Giration, por un vehículo ligero estándar, un bus estándar de 12 metros y un

## Anejo N°5. Trazado

semirremolque de 16 metros, es por ello que se consideran aptas para el dimensionamiento de la chicane objeto del estudio.

- En el caso de una chicane sin isleta central si  $D = L_e$  (valor recomendado):

$$L = 20 \text{ metros} \quad D/L = L_e/L$$

- En el caso de una chicane con isleta central, si  $D = 2 L_e$  (valor recomendado):

$$L = 10 \times (L_e + 2) \quad D/L = 2 L_e/L$$

Emplearemos la primera fórmula que se muestra en la figura por constituir una puerta de entrada al municipio, siendo una velocidad de entrada de 50 km/h apta para la seguridad vial del tramo analizado.

Para la fórmula  $L = 10 \times (D - L_e + 2)$ , se confirma que la chicane permite limitar la velocidad de los vehículos de motor a un máximo de 50 km/h, y la de los autobuses y vehículos pesados a un máximo de 30 km/h.

Para la chicane con isleta central, un ancho de carril de entrada  $L_e \geq 3,5$  metros y un desvío geométrico  $D \geq 3,5$  metros aseguran que la trayectoria de los autobuses y semirremolques se inscriba dentro de los límites de la chicane.

A continuación, se muestra un análisis de las trayectorias realizadas por vehículos ligeros, autobuses y semirremolques para una chicane construida según la fórmula  $L = 10 \times (D - L_e + 2)$ .

### Annexe 1

Épures de girations sur des écluses construites à partir de la formule :  $L = 10 \times (D - Le + 2)$

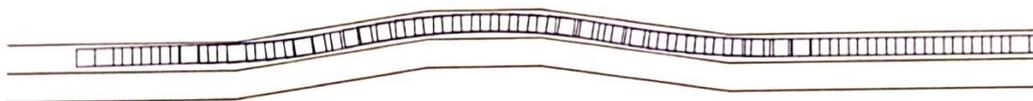
$Le$  : largeur de la voie d'entrée

$D$  = déport géométrique

Épures de giration d'un véhicule automobile pour une vitesse de 50 km/h

$Le = 3$  m

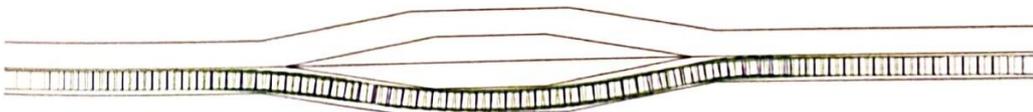
$D = 3$  m



Épures de giration d'un poids lourd pour une vitesse de 30 km/h

$Le = 3,5$  m

$D = 4,5$  m



Épures de giration d'un bus pour une vitesse de 30 km/h

$Le = 3,5$  m

$D = 3,5$  m

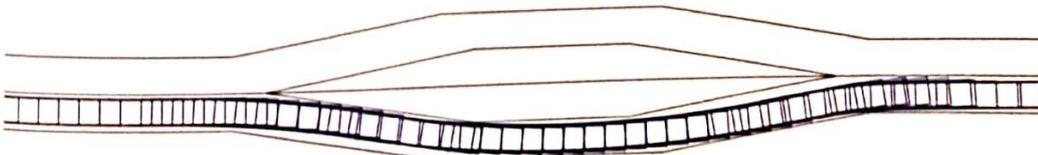


Figura 2: Análisis de trayectorias para vehículos ligeros según tipos de chicane.

Se recomienda implantar una chicane con isleta central, en lugar de chicane sin isleta, en los casos donde las velocidades de aproximación al entorno urbano sean elevadas. Su geometría debe adaptarse para permitir el paso de un vehículo ligero de como máximo 50 km/h.

Las características geométricas más habituales de una chicane angular con isleta central se muestran en la siguiente tabla:

Característica geométrica	Recomendaciones
<b>D = Desfase geométrico</b>	<p>El valor recomendado es igual al ancho del carril de entrada (Le).</p> <p>En casos en que <math>D &lt; 2</math> metros, la limitación de la velocidad sería insuficiente para los vehículos ligeros que circulan por la vía.</p> <p>Para los vehículos de tráfico pesado no supone ningún problema siempre y cuando la limitación de la trayectoria impuesta no sea demasiado agresiva.</p>
<b>D/L = Pendiente del desplazamiento geométrico</b>	$D / L \geq Le / L$
<b>Alineación entre el tramo de entrada y de salida</b>	<p>El valor recomendado para el tramo recto de la chicane es de al menos 12 metros.</p> <p>Se debe prestar atención a los vehículos pesados que no pueden realinearse pudiendo producirse alguna salida del carril</p>
<b>Pendiente del desplazamiento en la entrada y salida</b>	<p>Se debe evitar las chicanes con limitaciones geométricas más restrictivas en la salida que en la entrada a la misma, para evitar el riesgo por sorpresa que pueda crear para el usuario.</p> <p>En caso de que la limitación geométrica en la salida sea muy restrictiva, puede ocasionar posibles invasión del carril contrario por parte de los vehículos pesados.</p>
<b>Le = Ancho del carril de entrada a la chicane</b>	<p>Valor comprendido entre 3 y 3,5 metros.</p> <p>Se debe prestar atención a limitaciones muy restrictivas para los vehículos pesados que pueden chocar con los bordillos.</p>
<b>Ancho del carril de salida de la chicane</b>	<p>Valor comprendido entre 3,5 y 4 metros.</p> <p>Se debe prestar atención a limitaciones muy restrictivas para los vehículos pesados que pueden chocar con los bordillos.</p>

Figura 3: Valores recomendados de los distintos valores de diseño de la chicane.

### 5.3 Solución adoptada

## Anejo N°5. Trazado

En este caso en particular, siguiendo las recomendaciones detalladas anteriormente, se ha optado por implantar una chicane como puerta de entrada al municipio de Figueroles con las siguientes características:

- ✓ El desplazamiento transversal de la vía coincidirá con el ancho del carril de entrada, por lo que toma un valor de 3,5 metros.
- ✓ Tanto la longitud del tramo de entrada como la longitud del tramo de salida se fija en 20 metros.
- ✓ El tramo recto, situado entre los tramos de entrada y salida, también se dispone con una longitud de 20 metros.
- ✓ El ancho de la entrada a la chicane coincidirá con el ancho de salida de la misma, siendo constante durante toda la extensión de la chicane.
- ✓ La pendiente de la chicane longitudinal tendrá un valor cercano al 1/10, tal y como se recomienda en el apartado anterior.
- ✓ Se garantizará una visibilidad mínima de 150 metros antes de la entrada a la chicane, para que el usuario pueda percibir con suficiente antelación el cambio que sufre la vía.
- ✓ El carril en el sentido de salida del termino municipal de Figueroles no se ve afectado por la chicane, al no ser preciso la puerta de entrada en ese caso, por lo que el retranqueo se dispone solo para el carril con sentido Lucena- Figueroles.

A continuación, se detalla un boceto de la solución adoptada:

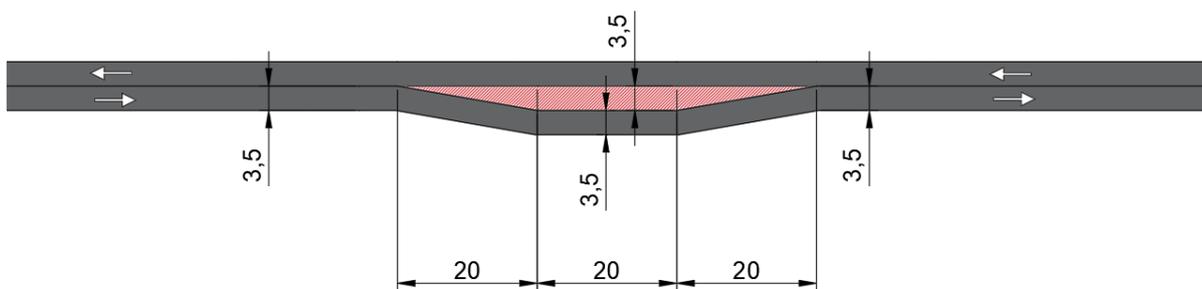


Figura 4: Esquema visual de la chicane proyectada.

## Anejo N°5. Trazado

### 6. Situación actual

En este apartado se va a analizar en qué estado se encuentra el tramo de carretera CV-190 objeto de estudio desde el punto de vista geométrico tanto en planta como en alzado.

El tramo que se va a analizar contempla desde el P.K 14 + 159,121 hasta el P.K. 13+889,924 de la carretera CV-190.

#### 6.1 Análisis de la geometría en planta

La traza de la carretera discurre a media ladera entre el desmonte del terreno forestal y el terraplén en el margen del río Lucena. Se muestra una captura del trazado actual de la carretera sobre la ortofoto de la zona objeto del estudio.



*Figura 5: Estado actual de la carretera CV-190.*

En la siguiente figura se muestra con mayor claridad del trazado actual, representadas las rectas en color rojo y las curvas circulares en color azul. Se muestran mediante etiquetas los puntos de inicio y fin de cada elemento.

## Anejo N°5. Trazado

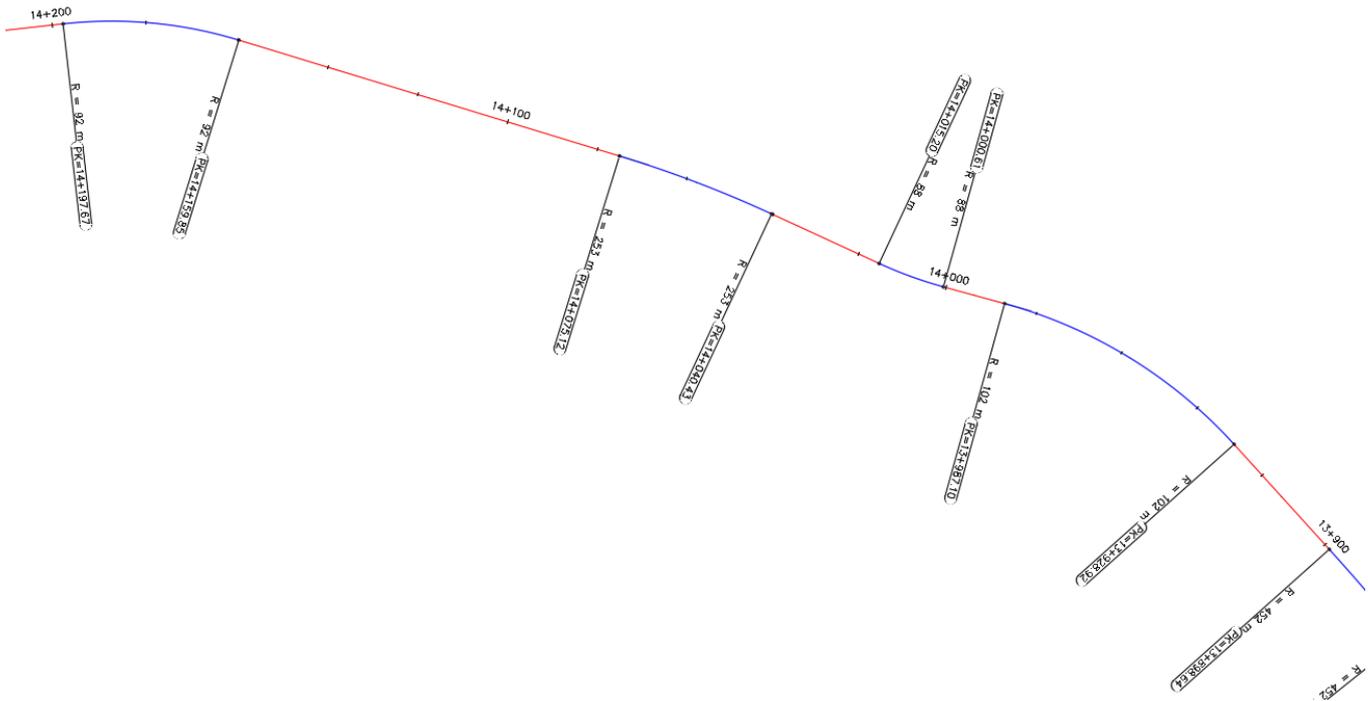


Figura 6: Alineación de la carretera CV-190 existente.

A continuación, se adjunta el estado de alineaciones que presenta la carretera existente. Al ser una carretera de montaña, que presenta un trazado muy sinuoso con radio de las curvas muy pequeños, no se han encontrado la disposición de clotoides entre curvas circulares y rectas.

Número	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Radio (m)	Ángulo (gon)
1	Recta	14+159.846m	14+075.121m	84,725		
2	Curva Circular	14+075.121m	14+040.427m	34,694	253,217	8,7226
3	Recta	14+040.427m	14+015.202m	25,224		
4	Curva Circular	14+015.202m	14+000.610m	14,592	87,945	10,5632
5	Recta	14+000.610m	13+987.098m	13,511		
6	Curva Circular	13+987.098m	13+928.924m	58,173	102,188	36,2415
7	Recta	13+928.924m	13+889.638m	39,286		

Figura 7: Estado de alineaciones de la carretera CV-190.

## Anejo N°5. Trazado

### 6.2 Análisis de la geometría en alzado

En la siguiente figura se muestra el estado de rasantes de la carretera existente.

Nº	Tipo	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Valor de K (m)	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.
1	Parábola simétrica	Acuerdo cóncavo	14+159.846m	14+126.342m	33,504	2434	-1.45%	3.85%
2	Pendiente		14+126.342m	14+044.336m	82,006			
3	Parábola simétrica	Acuerdo convexo	14+044.336m	14+001.975m	42,361	2011	3.85%	1.74%
4	Pendiente		14+001.975m	13+986.096m	15,879			
5	Parábola simétrica	Acuerdo cóncavo	13+986.096m	13+973.831m	12,265	5346	1.74%	4.03%
6	Pendiente		13+973.831m	13+924.214m	49,617			
7	Parábola simétrica	Acuerdo cóncavo	13+924.214m	13+889.638m	34,576	2069	4.03%	7.02%

Figura 8: Estado de rasantes de la carretera CV-190.

## 7. Situación proyectada

En este apartado se va a determinar el trazado del nuevo tramo de la carretera CV-190 objeto de estudio desde el punto de vista geométrico tanto en planta como en alzado, así como un estudio de visibilidad de este. También se realizará un estudio de las trayectorias de los vehículos más desfavorables que circulan por la vía.

Para realizar dichos análisis, se ha empleado software Autodesk CIVIL 3D, con el fin de implementar el nuevo trazado de la carretera y obtener de una manera más sencilla los estados de alineaciones, rasantes, análisis de visibilidades... etc.

Se ha partido de los siguientes datos para realizar el trazado del nuevo tramo de carretera:

- ✓ La velocidad de proyecto se fija en 40 km/h, por lo que se trata de una carretera C40.
- ✓ La calzada se compone por dos carriles de 3,5 metros de ancho y arcenes de 0,5 metros de ancho.

### 7.1 Análisis de la geometría en planta

En este apartado se ha procedido a determinar el trazado en planta de la nueva chicane. El emplazamiento de esta se ha ubicado a aproximadamente 100 metros de la entrada al termino municipal de Figueroles tal y como se indica en el "Documento A5 Definición De Exigencias Y Recomendaciones del proyecto Modetra", donde se detalla que los elementos que constituyen la puerta de entrada se deben situar en las inmediaciones del casco urbano y estar lo suficientemente espaciados de los elementos reductores de velocidad ubicados en el entorno urbano.

## Anejo N°5. Trazado

Como ya se ha comentado anteriormente, el tramo de la chicane tendrá una longitud total de 60 metros, la cual se divide en 40 metros de tramo de entrada y de tramo de salida, y 20 metros de tramo recto entre ambos. El retranqueo que se dispone para el carril de entrada al término municipal de Figueroles es de 3,5 metros, y coincide con el ancho del carril de entrada a la chicane tal y como se recomienda en la “Guide des chicanes et écluses sur voiries urbaines”. Por otro lado, el carril de salida del municipio, en sentido contrario, no dispone de ningún retranqueo al no ser necesaria la limitación de la velocidad de los vehículos que circulan por la vía en ese sentido.

Además, se ha procedido a adaptar un tramo anterior y posterior de aproximadamente 100 metros a la chicane con el objetivo adecuar el tramo a la normativa 3.1 - IC Trazado a la vez que se consigue mejorar la visibilidad del nuevo elemento en la vía. El nuevo tramo pues, contemplará la disposición de chicanes, curvas circulares y rectas de acuerdo con lo recogido en la normativa para una carretera C40.

A continuación, se muestra una captura del trazado del nuevo tramo de carretera sobre una ortofoto de la zona objeto del estudio.



Figura 9: Alineación de la solución propuesta sobre la ortofoto.

En la siguiente imagen se muestra de manera más clara el nuevo tramo, el cual tiene una longitud de 297 metros aproximadamente. Las rectas vienen representadas en rojo, las clotoides en verde y las curvas circulares en azul.

## Anejo N°5. Trazado

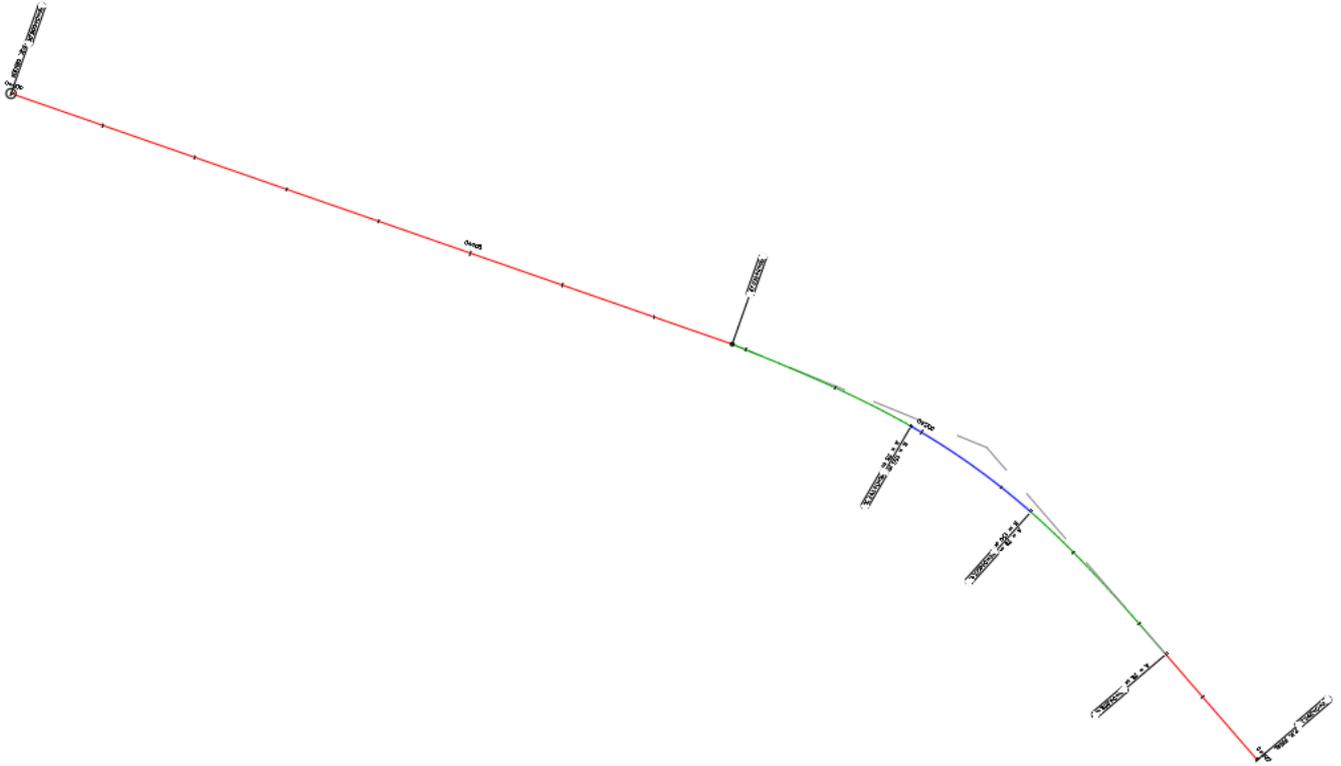


Figura 10: Alineación de la solución propuesta.

El estado de alineaciones del nuevo tramo de carretera se presenta en la siguiente tabla:

Nº Elemento	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)	Angulo (gon)
1	Recta	0+000.000m	0+156.998m	156,998m			
2	Clotoide	0+157.153m	0+197.653m	40,500		78	
3	Curva circular	0+197.653m	0+228.054m	30,401	150		169,9088
4	Clotoide	0+228.054m	0+268.554m	40,500		78	
5	Recta	0+268.554m	0+297.382m	28,828			

Figura 11: Estado de alineaciones de la solución propuesta.

### 7.2 Análisis de la geometría en alzado

Se ha realizado una edición conjunta del alzado con la planta para que cumpliera con la normativa 3.1 - IC Trazado de la misma forma que se ha buscado que el movimiento de tierras estuviera compensado, es decir, que la diferencia entre la cantidad de desmonte y de terraplén no fuera excesiva.

Para ello se ha creado mediante el programa Civil 3D, una vez tuviéramos la planta y el alzado coordinados, una superficie conjunta que englobara el Modelo Digital Terrestre y la superficie Datum de la nueva obra lineal, con ello mediante la herramienta de control de volúmenes se ha visualizado de una manera sencilla la cantidad de desmonte y terraplén de la obra, así como donde se localizan las zonas con mayor movimiento de tierras.

## Anejo N°5. Trazado

Tras un proceso iterativo en el cual se ha modificado la rasante de la nueva carretera, se ha llegado a la siguiente solución, donde el porcentaje de terraplén asciende a un 35 % y el desmorte a un 65 % aproximadamente.

Debido a que la carretera se encuentra en una zona montañosa, donde cualquier cambio en la traza supone un gran movimiento de tierras, se toma como adecuado el nuevo trazado de la carretera CV-190, al cumplir la norma 3.1 - IC Trazado a la vez que se compensan en la medida de lo posible los volúmenes de tierras.

En la siguiente figura se muestra el movimiento de tierras de la obra lineal. Los colores cálidos, como el rojo y el naranja, representan los movimientos de tierra de desmorte mientras que los colores fríos, como el azul y el verde, representan los terraplenes.

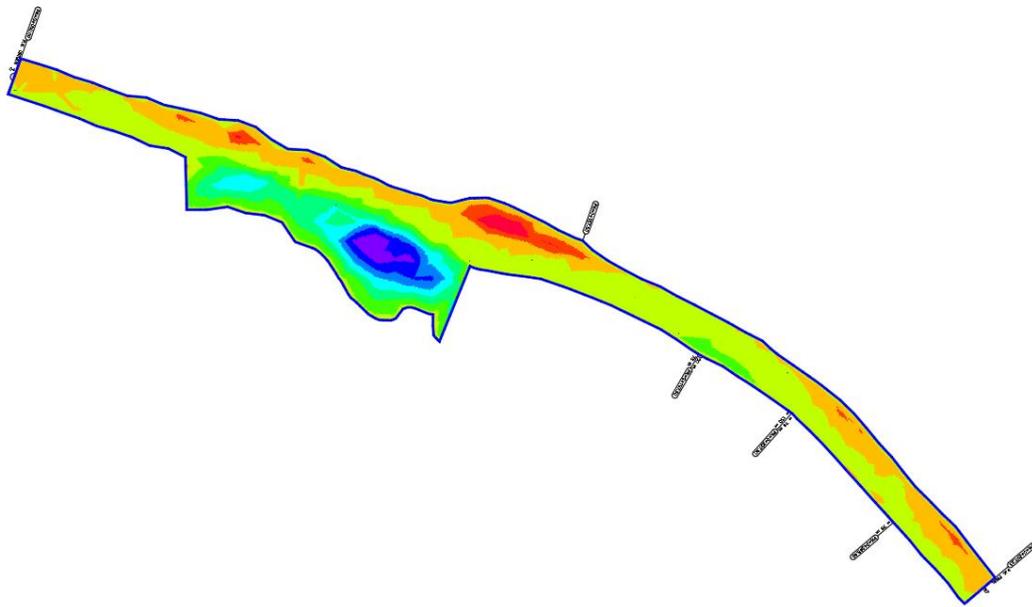


Figura 12: Movimiento de tierras de la obra lineal

A continuación, se muestra la tabla generada en el estudio de hipsometría llevado a cabo donde se indican las elevaciones mínimas y máximas representadas para cada intervalo.

Tal y como se puede observar, el máximo desmorte alcanza una profundidad de 3,314 metros mientras la máxima elevación del terraplén alcanza los 6,724 metros.

Estos grandes movimientos de tierras se alcanzan en la zona próxima a la chicane la cual tiene un sobreelevación de hasta 3,5 metros.

ID	Elevación mínima	Elevación máxima	Esquema de color
1	-3.314m	-2.357m	
2	-2.357m	-1.397m	
3	-1.397m	-0.438m	
4	-0.438m	0.521m	
5	0.521m	1.480m	
6	1.480m	2.439m	
7	2.439m	3.386m	
8	3.386m	4.355m	
9	4.355m	5.312m	
10	5.312m	6.274m	

Figura 13: Intervalos adoptados en el estudio de hipsometría.

## Anejo N°5. Trazado

Para mayor claridad se adjunta una foto del nuevo perfil longitudinal de la carretera.

Tras dar por válido el nuevo trazado de la carretera se muestra en la siguiente tabla el estado de rasantes de la nueva obra lineal.

Nº	Tipo	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Valor de K (m)	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.
1	Pendiente		0+000.000m	0+156.025m	156.025			
2	Parábola simétrica	Acuerdo convexo	0+156.025m	0+197.319m	41.294	3336	3.79%	2.55%
3	Pendiente		0+197.319m	0+228.132m	30.813			
4	Parábola simétrica	Acuerdo cóncavo	0+228.132m	0+268.926m	40.794	1033	2.55%	6.50%
5	Pendiente		0+268.926m	0+297.388m	28.462			

Figura 14: Estado de rasantes de la solución propuesta.

Tal y como se puede observar, la pendiente asociada al tramo de la chicane, situado entre el P.K. 0+090,38 y P.K. 0+149,78, se encuentra con una pendiente de 3,79 % , muy lejos de la recomendación del 10 % que sugería la “Guide des chicanes et écluses sur voiries urbaines”. Sin embargo, se considera como válida esta inclinación de la rasante al adecuarse mejor al terreno existente, provocando una menor descompensación en el volumen de tierras, tal y como se ha comentado anteriormente.

### 7.3 Análisis de visibilidades

Tras determinar el alzado y la planta de la solución adoptada, se va a proceder a verificar que cumple adecuadamente lo correspondiente a la visibilidad del nuevo tramo, así como a la distancia de parada. De esta manera se va a contrastar los resultados con los obtenidos para la carretera original.

Es de vital importancia realizar un estudio de visibilidad durante la fase de diseño de la carretera ya que una mala visibilidad de la nueva carretera puede suponer un peligro para los futuros usuarios de la vía.

Para ello se ha empleado la herramienta Comprobación de visibilidad del programa CIVIL 3D. En primer lugar, se ha generado una superficie conjunta que contenga la cartografía del terreno y la superficie TOP de la nueva obra lineal.

El análisis se ha realizado conforma se indica en la normativa española, la cual especifica que el punto de vista del conductor se sitúa a 1,10 metros sobre el suelo dentro del vehículo y que el objetivo se encuentra a 0,5 metros del nivel del suelo. Además, el análisis de la visibilidad se debe realizar a 1,50 metros sobre el borde derecho de la calzada, por lo que,

## Anejo N°5. Trazado

si el carril del tramo objeto del estudio es de 3,5 metros, se debe indicar un desfase de 2 metros desde el eje de la nueva carretera.

A continuación, se muestra gráficamente el estudio de visibilidades realizados con el programa donde se pueden observar las visuales generadas cada 5 metros para cada carril de circulación.

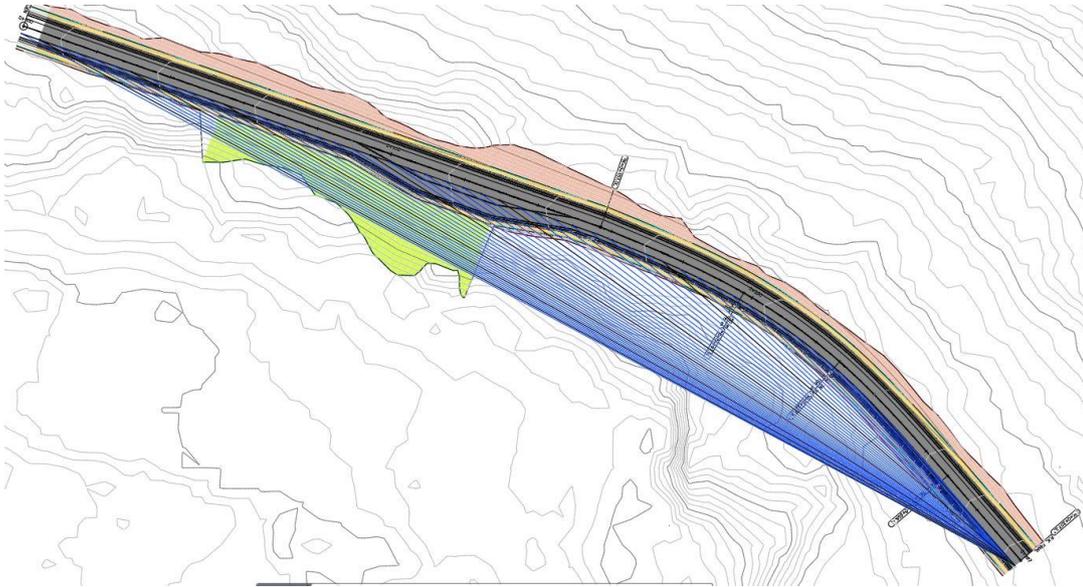


Figura 15: Visuales generadas para el carril de circulación en orden de P.K. creciente

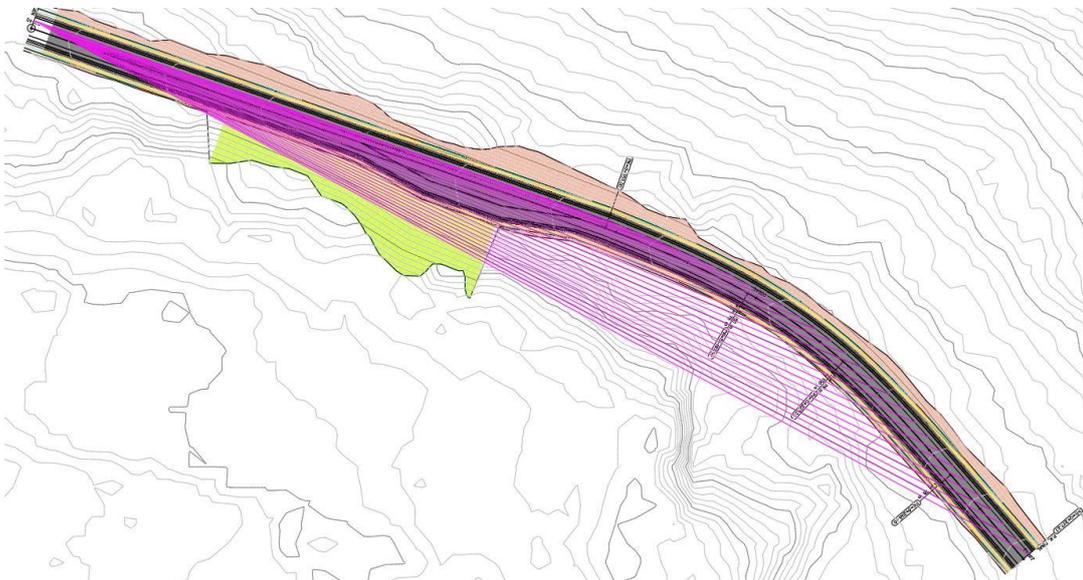


Figura 16: Visuales generadas para el carril de circulación en orden de P.K. decreciente

## Anejo N°5. Trazado

Debido a que la solución adoptada consiste en una chicane y una curva a derechas no muy pronunciada, situándose la extensión de la plataforma existente sobre zona de terraplén, es coherente que no existan problemas de visibilidad asociados a presencia de laderas, arboles...

Es por tanto que en este apartado se concluye que la solución adoptada cumple los mínimos de visibilidad exigidos durante la fase de diseño de la chicane.

### 7.4 Sección tipo

La solución propuesta se define como una carretera convencional con velocidad de proyecto de 40 km/h, con un carril por sentido de circulación y arcenes a ambos lados.

Consultando la tabla de secciones de firme de la Norma 3.1 IC, se puede establecer la nueva sección transversal de la carretera.

## Anejo N°5. Trazado

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

Figura 17: Dimensiones de la sección transversal. Tabla 7 Norma 3.1 IC

La solución propuesta contará con un carril por cada sentido de circulación de 3,5 metros y un bombeo del 2%, arcenes de 0,5 metros a cada lado, dando continuidad a la pendiente del carril; y bermas de 0,5 metros con una pendiente de 4% hacia el exterior.

En el tramo donde se encuentra la chicane, se dispone de una mediana con ancho variable hasta los 3,5 metros, afectando de esta manera a los vehículos que circulan por el carril de entrada al término de Figueroles.

A continuación, se adjunta un esquema visual de como quedaría la sección tipo en el tramo de la chicane, y en el tramo anterior y posterior a la misma.

## Anejo N°5. Trazado

Tramo comprendido entre los P.K. 0+000 – P.K. 0+090,38 y P.K. 0+149,78 – P.K. 0+297,23:

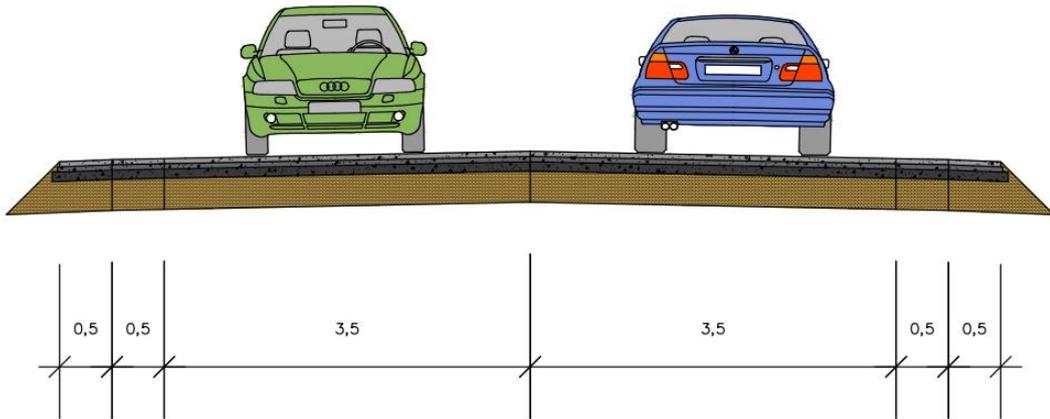
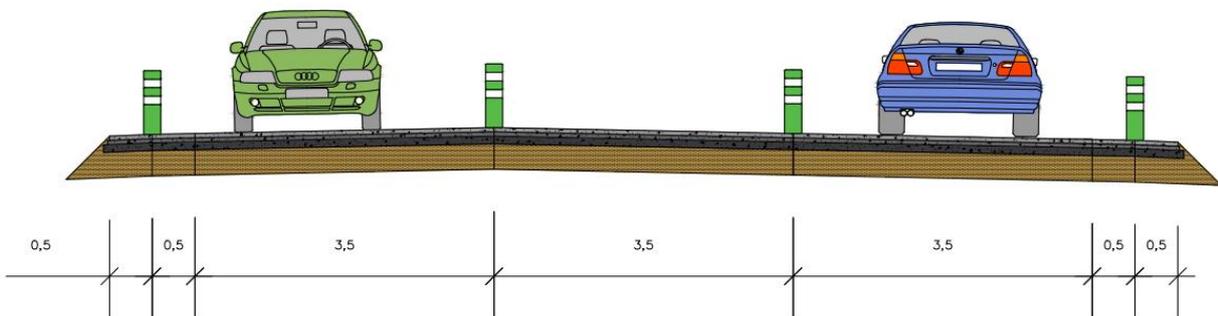


Figura 18: Sección tipo tramo anterior y posterior a la chicane

Tramo comprendido entre los P.K. 0+090,38 – P.K. 0+0+149,78:



### 7.5 Replanteo de la solución proyectada

Gracias a la herramienta de generación de informes del programa Civil 3D, se han obtenido las coordenadas de los puntos del eje de la solución proyectada cada 20 metros.

Se adjunta a continuación la tabla obtenida en la que se muestra la ordenada, la abscisa y la tangente de cada punto.

P.K.	Ordenada	Abscisa	Orientación de tangente
0+000.000	4,444,768.9562m	735,099.1589m	S72.911128E (d)
0+020.000	4,444,763.0791m	735,118.2759m	S72.911128E (d)
0+040.000	4,444,757.2020m	735,137.3929m	S72.911128E (d)
0+060.000	4,444,751.3249m	735,156.5099m	S72.911128E (d)
0+080.000	4,444,745.4478m	735,175.6269m	S72.911128E (d)
0+100.000	4,444,738.7062m	735,194.4350m	S67.763755E (d)
0+120.000	4,444,731.1377m	735,212.9477m	S67.763755E (d)
0+140.000	4,444,723.5692m	735,231.4603m	S67.763755E (d)
0+160.000	4,444,716.0001m	735,249.9727m	S67.725538E (d)
0+180.000	4,444,708.1309m	735,268.3578m	S65.302276E (d)
0+200.000	4,444,698.9066m	735,286.0926m	S59.132423E (d)
0+220.000	4,444,687.5331m	735,302.5258m	S51.492986E (d)
0+240.000	4,444,674.1091m	735,317.3341m	S44.526528E (d)
0+260.000	4,444,659.3570m	735,330.8341m	S41.026750E (d)
0+280.000	4,444,644.2013m	735,343.8842m	S40.681710E (d)

Figura 19: Coordenadas del eje de replanteo de la solución propuesta

### 7.6 Modelización de la solución adoptada

Finalmente, tras definir todos los aspectos geométricos en alzado y en planta necesarios de la solución propuesta y acorde a lo establecido en el Anejo N° 4 Firmes, se procede a implementar los resultados del estudio en el programa Civil 3D.

Para ello se ha creado previamente dos tipos de ensamblajes de la nueva carretera, uno con la sección tipo que presenta un carril por cada sentido de circulación y otra que incluye una mediana de ancho variable entre ambos carriles.

Posteriormente se ha generado la nueva obra lineal la cual engloba tanto la nueva rasante de la carretera, como el nuevo eje y los ensamblajes creados.

A continuación, se adjunta la imagen de la nueva obra lineal sobre la ortofoto. Para mayor detalle consultar el documento de Planos del presente estudio.



Figura 20: Obra lineal de chicane en el Civil 3D

## Anejo N°5. Trazado

Se adjuntan en el Apéndice N°1 y Apéndice N° 2 los movimientos de tierras obtenidos de la cubicación en el programa y de los espesores de cada capa de la sección del firme y de la explanada.

Por limitaciones del programa, es necesario comentar que en el Apéndice N° 2 la capa de binder engloba tanto a la capa intermedia como a la base, por lo que la base hace referencia a la capa de zahorras y la sub-base al suelo seleccionado de la explanada.

# | Anejo N°5. Trazado

## Apéndice N° 1: Desmonte y terraplén

<b>P.K.</b>	<b>Área de desmonte (metros cuadrados)</b>	<b>Volumen de desmonte (metros cúbicos)</b>	<b>Volumen reutilizable (metros cúbicos)</b>	<b>Área de terraplén (metros cuadrados)</b>	<b>Volumen de terraplén (metros cúbicos)</b>	<b>Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)</b>	<b>Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)</b>	<b>Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)</b>	<b>Vol. neto acumul. (metros cúbicos)</b>
0+000.000	13,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+005.000	14,22	70,27	70,27	0,00	0,00	70,27	70,27	0,00	70,27
0+010.000	13,60	69,55	69,55	0,00	0,00	139,83	139,83	0,00	139,83
0+015.000	13,22	67,05	67,05	0,00	0,00	206,88	206,88	0,00	206,88
0+020.000	13,72	67,35	67,35	0,00	0,00	274,23	274,23	0,00	274,23
0+025.000	11,18	62,26	62,26	0,00	0,00	336,49	336,49	0,00	336,49
0+030.000	10,89	55,19	55,19	0,00	0,00	391,68	391,68	0,00	391,68
0+035.000	15,44	65,83	65,83	0,00	0,00	457,51	457,51	0,00	457,51
0+040.000	14,18	74,04	74,04	0,00	0,00	531,55	531,55	0,00	531,55
0+045.000	18,99	82,91	82,91	0,00	0,00	614,46	614,46	0,00	614,46
0+050.000	18,63	94,04	94,04	0,00	0,00	708,50	708,50	0,00	708,50
0+055.000	16,73	88,39	88,39	9,06	22,65	796,89	796,89	22,65	774,24
0+060.000	21,66	95,97	95,97	18,60	69,14	892,87	892,87	91,79	801,07
0+065.000	19,37	102,58	102,58	17,64	90,60	995,44	995,44	182,39	813,05
0+070.000	14,80	85,41	85,41	15,96	84,02	1080,86	1080,86	266,41	814,44
0+075.000	11,56	65,90	65,90	10,53	66,23	1146,76	1146,76	332,64	814,12
0+080.000	18,21	74,44	74,44	8,88	48,52	1221,20	1221,20	381,17	840,04
0+085.000	15,49	84,26	84,26	16,62	63,74	1305,46	1305,46	444,91	860,55
0+090.000	12,28	69,44	69,44	22,18	97,00	1374,90	1374,90	541,91	832,99
0+095.000	10,72	57,52	57,52	29,05	128,09	1432,42	1432,42	670,00	762,42
0+100.000	10,04	51,90	51,90	52,95	205,01	1484,31	1484,31	875,01	609,30
0+105.000	8,59	46,57	46,57	68,63	303,96	1530,88	1530,88	1178,97	351,91
0+110.000	9,72	45,78	45,78	64,91	333,85	1576,66	1576,66	1512,82	63,84
0+115.000	10,49	50,53	50,53	58,75	309,14	1627,19	1627,19	1821,96	-194,77
0+120.000	15,13	64,06	64,06	41,77	251,29	1691,25	1691,25	2073,25	-382,00
0+125.000	26,67	104,50	104,50	31,29	182,65	1795,74	1795,74	2255,90	-460,16
0+130.000	38,77	163,59	163,59	11,11	106,01	1959,33	1959,33	2361,91	-402,58
0+135.000	42,70	203,68	203,68	0,00	27,79	2163,02	2163,02	2389,70	-226,68
0+140.000	39,13	204,58	204,58	0,00	0,00	2367,60	2367,60	2389,70	-22,10
0+145.000	30,04	172,93	172,93	0,00	0,00	2540,53	2540,53	2389,70	150,83
0+150.000	27,23	143,17	143,17	0,00	0,00	2683,70	2683,70	2389,70	294,00
0+155.000	23,43	126,64	126,64	0,00	0,00	2810,33	2810,33	2389,70	420,64

<b>P.K.</b>	<b>Área de desmonte (metros cuadrados)</b>	<b>Volumen de desmonte (metros cúbicos)</b>	<b>Volumen reutilizable (metros cúbicos)</b>	<b>Área de terraplén (metros cuadrados)</b>	<b>Volumen de terraplén (metros cúbicos)</b>	<b>Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)</b>	<b>Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)</b>	<b>Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)</b>	<b>Vol. neto acumul. (metros cúbicos)</b>
0+156.998	23,63	47,01	47,01	0,00	0,00	2857,35	2857,35	2389,70	467,65
0+160.000	18,50	66,68	66,68	0,00	0,00	2924,03	2924,03	2389,70	534,33
0+165.000	12,73	78,08	78,08	0,00	0,00	3002,11	3002,11	2389,70	612,41
0+170.000	10,27	57,51	57,51	0,00	0,00	3059,62	3059,62	2389,70	669,92
0+175.000	10,73	52,50	52,50	0,00	0,00	3112,12	3112,12	2389,70	722,42
0+180.000	8,22	47,38	47,38	0,00	0,00	3159,50	3159,50	2389,70	769,80
0+185.000	6,72	37,60	37,60	0,00	0,00	3197,10	3197,10	2389,70	807,40
0+190.000	5,90	31,80	31,80	0,00	0,00	3228,90	3228,90	2389,70	839,20
0+195.000	5,87	29,83	29,83	0,13	0,31	3258,72	3258,72	2390,01	868,72
0+197.498	5,66	14,39	14,39	0,34	0,58	3273,12	3273,12	2390,59	882,53
0+200.000	5,89	14,44	14,44	0,07	0,50	3287,56	3287,56	2391,09	896,47
0+205.000	6,79	32,33	32,33	0,00	0,16	3319,89	3319,89	2391,26	928,64
0+210.000	8,58	39,30	39,30	0,00	0,00	3359,19	3359,19	2391,26	967,93
0+212.698	7,65	22,37	22,37	0,00	0,00	3381,56	3381,56	2391,26	990,30
0+215.000	7,62	17,58	17,58	0,00	0,00	3399,14	3399,14	2391,26	1007,88
0+220.000	9,62	43,76	43,76	0,00	0,00	3442,90	3442,90	2391,26	1051,64
0+225.000	12,05	54,92	54,92	0,00	0,00	3497,81	3497,81	2391,26	1106,55
0+227.899	14,03	38,29	38,29	0,00	0,00	3536,10	3536,10	2391,26	1144,84
0+230.000	15,91	31,45	31,45	0,00	0,00	3567,55	3567,55	2391,26	1176,29
0+235.000	17,88	85,52	85,52	0,00	0,00	3653,07	3653,07	2391,26	1261,81
0+240.000	18,92	92,98	92,98	0,00	0,00	3746,05	3746,05	2391,26	1354,79
0+245.000	19,39	96,51	96,51	0,00	0,00	3842,56	3842,56	2391,26	1451,30
0+250.000	17,45	92,10	92,10	0,00	0,00	3934,66	3934,66	2391,26	1543,40
0+255.000	17,58	87,59	87,59	0,00	0,00	4022,26	4022,26	2391,26	1631,00
0+260.000	15,90	83,70	83,70	0,00	0,00	4105,96	4105,96	2391,26	1714,70
0+265.000	14,93	77,06	77,06	0,00	0,00	4183,02	4183,02	2391,26	1791,76
0+268.399	16,45	53,31	53,31	0,00	0,00	4236,33	4236,33	2391,26	1845,07
0+270.000	17,00	26,78	26,78	0,00	0,00	4263,11	4263,11	2391,26	1871,85
0+275.000	18,14	87,86	87,86	0,00	0,00	4350,97	4350,97	2391,26	1959,71
0+280.000	20,10	95,60	95,60	0,00	0,00	4446,57	4446,57	2391,26	2055,31
0+285.000	18,24	95,84	95,84	0,00	0,00	4542,41	4542,41	2391,26	2151,16
0+290.000	16,50	86,83	86,83	0,00	0,00	4629,25	4629,25	2391,26	2237,99
0+295.000	17,39	84,72	84,72	0,00	0,00	4713,97	4713,97	2391,26	2322,71
0+297.226	16,05	37,22	37,22	0,00	0,00	4751,19	4751,19	2391,26	2359,94

# | Anejo N°5. Trazado

## Apéndice N°2: Sección de firme y explanada

	Tipo de área	Área	Vol. incremental	Vol. acumul.
		Metros cuadrados	Metros cúbicos	Metros cúbicos
P.K.: 0+000.000				
	Rodadura	0,40	0,00	0,00
	Subbase	7,08	0,00	0,00
	Base	2,44	0,00	0,00
	Binder	1,29	0,00	0,00
P.K.: 0+005.000				
	Rodadura	0,40	2,00	2,00
	Subbase	7,08	35,38	35,38
	Base	2,44	12,21	12,21
	Binder	1,29	6,43	6,43
P.K.: 0+010.000				
	Rodadura	0,40	2,00	4,00
	Subbase	7,08	35,38	70,77
	Base	2,44	12,21	24,42
	Binder	1,29	6,43	12,86
P.K.: 0+015.000				
	Rodadura	0,40	2,00	6,00
	Subbase	7,08	35,38	106,15
	Base	2,44	12,21	36,63
	Binder	1,29	6,43	19,30
P.K.: 0+020.000				
	Rodadura	0,40	2,00	8,00
	Subbase	7,08	35,38	141,53
	Base	2,44	12,21	48,84
	Binder	1,29	6,43	25,73
P.K.: 0+025.000				
	Rodadura	0,40	2,00	10,00
	Subbase	7,08	35,38	176,92
	Base	2,44	12,21	61,05
	Binder	1,29	6,43	32,16
P.K.: 0+030.000				
	Rodadura	0,40	2,00	12,00
	Subbase	7,08	35,38	212,30
	Base	2,44	12,21	73,26
	Binder	1,29	6,43	38,59
P.K.: 0+035.000				
	Rodadura	0,40	2,00	14,00
	Subbase	7,08	35,38	247,68
	Base	2,44	12,21	85,47
	Binder	1,29	6,43	45,02
P.K.: 0+040.000				
	Rodadura	0,40	2,00	16,00
	Subbase	7,08	35,38	283,07
	Base	2,44	12,21	97,68
	Binder	1,29	6,43	51,46
P.K.: 0+045.000				
	Rodadura	0,40	2,00	18,00
	Subbase	7,08	35,38	318,45
	Base	2,44	12,21	109,89
	Binder	1,29	6,43	57,89

	Tipo de área	Área	Vol. incremental	Vol. acumul.
		Metros cuadrados	Metros cúbicos	Metros cúbicos
P.K.: 0+050.000				
	Rodadura	0,40	2,00	20,00
	Subbase	7,08	35,38	353,84
	Base	2,44	12,21	122,10
	Binder	1,29	6,43	64,32
P.K.: 0+055.000				
	Rodadura	0,40	2,00	22,00
	Subbase	7,08	35,38	389,22
	Base	2,44	12,21	134,31
	Binder	1,29	6,43	70,75
P.K.: 0+060.000				
	Rodadura	0,40	2,00	24,00
	Subbase	7,08	35,38	424,60
	Base	2,44	12,21	146,52
	Binder	1,29	6,43	77,18
P.K.: 0+065.000				
	Rodadura	0,40	2,00	26,00
	Subbase	7,08	35,38	459,99
	Base	2,44	12,21	158,73
	Binder	1,29	6,43	83,62
P.K.: 0+070.000				
	Rodadura	0,40	2,00	28,00
	Subbase	7,08	35,38	495,37
	Base	2,44	12,21	170,94
	Binder	1,29	6,43	90,05
P.K.: 0+075.000				
	Rodadura	0,40	2,00	30,00
	Subbase	7,08	35,38	530,75
	Base	2,44	12,21	183,15
	Binder	1,29	6,43	96,48
P.K.: 0+080.000				
	Rodadura	0,40	2,00	32,00
	Subbase	7,08	35,38	566,14
	Base	2,44	12,21	195,36
	Binder	1,29	6,43	102,91
P.K.: 0+085.000				
	Rodadura	0,40	2,00	34,00
	Subbase	7,08	35,38	601,52
	Base	2,44	12,21	207,57
	Binder	1,29	6,43	109,34
P.K.: 0+090.000				
	Rodadura	0,40	2,00	36,00
	Subbase	7,08	35,38	636,90
	Base	2,44	12,21	219,78
	Binder	1,29	6,43	115,78
P.K.: 0+095.000				
	Rodadura	0,44	2,10	38,10
	Subbase	7,65	36,81	673,72
	Base	2,69	12,82	232,60
	Binder	1,42	6,76	122,53

	Tipo de área	Área	Vol. incremental	Vol. acumul.
		Metros cuadrados	Metros cúbicos	Metros cúbicos
P.K.: 0+100.000				
	Rodadura	0,49	2,31	40,42
	Subbase	8,27	39,79	713,50
	Base	2,95	14,10	246,70
	Binder	1,56	7,44	129,97
P.K.: 0+105.000				
	Rodadura	0,53	2,54	42,95
	Subbase	8,89	42,88	756,38
	Base	3,22	15,42	262,12
	Binder	1,70	8,15	138,12
P.K.: 0+110.000				
	Rodadura	0,57	2,75	45,70
	Subbase	9,48	45,90	802,29
	Base	3,47	16,72	278,84
	Binder	1,83	8,84	146,96
P.K.: 0+115.000				
	Rodadura	0,57	2,86	48,56
	Subbase	9,48	47,40	849,69
	Base	3,47	17,36	296,20
	Binder	1,84	9,18	156,13
P.K.: 0+120.000				
	Rodadura	0,57	2,86	51,42
	Subbase	9,49	47,43	897,11
	Base	3,48	17,37	313,57
	Binder	1,84	9,19	165,32
P.K.: 0+125.000				
	Rodadura	0,57	2,86	54,28
	Subbase	9,50	47,46	944,58
	Base	3,48	17,39	330,96
	Binder	1,84	9,19	174,51
P.K.: 0+130.000				
	Rodadura	0,57	2,86	57,14
	Subbase	9,47	47,42	992,00
	Base	3,47	17,37	348,33
	Binder	1,83	9,18	183,70
P.K.: 0+135.000				
	Rodadura	0,53	2,75	59,89
	Subbase	8,87	45,86	1037,85
	Base	3,21	16,70	365,03
	Binder	1,70	8,83	192,52
P.K.: 0+140.000				
	Rodadura	0,48	2,53	62,42
	Subbase	8,26	42,83	1080,68
	Base	2,95	15,40	380,43
	Binder	1,56	8,13	200,65
P.K.: 0+145.000				
	Rodadura	0,44	2,32	64,74
	Subbase	7,66	39,80	1120,47
	Base	2,69	14,10	394,53
	Binder	1,42	7,44	208,09
P.K.: 0+150.000				
	Rodadura	0,40	2,10	66,84
	Subbase	7,08	36,83	1157,31
	Base	2,44	12,83	407,36
	Binder	1,29	6,76	214,86

	Tipo de área	Área	Vol. incremental	Vol. acumul.
		Metros cuadrados	Metros cúbicos	Metros cúbicos
P.K.: 0+155.000				
	Rodadura	0,40	2,00	68,84
	Subbase	7,08	35,38	1192,69
	Base	2,44	12,21	419,57
	Binder	1,29	6,43	221,29
P.K.: 0+156.998				
	Rodadura	0,40	0,80	69,64
	Subbase	7,08	14,14	1206,83
	Base	2,44	4,88	424,45
	Binder	1,29	2,57	223,86
P.K.: 0+160.000				
	Rodadura	0,40	1,20	70,84
	Subbase	7,08	21,24	1228,07
	Base	2,44	7,33	431,78
	Binder	1,29	3,86	227,72
P.K.: 0+165.000				
	Rodadura	0,40	2,00	72,84
	Subbase	7,08	35,38	1263,46
	Base	2,44	12,21	443,99
	Binder	1,29	6,43	234,15
P.K.: 0+170.000				
	Rodadura	0,40	2,00	74,84
	Subbase	7,08	35,38	1298,84
	Base	2,44	12,21	456,20
	Binder	1,29	6,43	240,59
P.K.: 0+175.000				
	Rodadura	0,40	2,00	76,84
	Subbase	7,08	35,38	1334,22
	Base	2,44	12,21	468,41
	Binder	1,29	6,43	247,02
P.K.: 0+180.000				
	Rodadura	0,40	2,00	78,84
	Subbase	7,08	35,38	1369,61
	Base	2,44	12,21	480,62
	Binder	1,29	6,43	253,45
P.K.: 0+185.000				
	Rodadura	0,40	2,00	80,84
	Subbase	7,08	35,38	1404,99
	Base	2,44	12,21	492,83
	Binder	1,29	6,43	259,88
P.K.: 0+190.000				
	Rodadura	0,40	2,00	82,84
	Subbase	7,08	35,38	1440,37
	Base	2,44	12,21	505,04
	Binder	1,29	6,43	266,31
P.K.: 0+195.000				
	Rodadura	0,40	2,00	84,84
	Subbase	7,08	35,38	1475,76
	Base	2,44	12,21	517,25
	Binder	1,29	6,43	272,75
P.K.: 0+197.498				
	Rodadura	0,40	1,00	85,84
	Subbase	7,08	17,68	1493,43
	Base	2,44	6,10	523,35
	Binder	1,29	3,21	275,96

	Tipo de área	Área	Vol. incremental	Vol. acumul.
		Metros cuadrados	Metros cúbicos	Metros cúbicos
P.K.: 0+200.000				
	Rodadura	0,40	1,00	86,84
	Subbase	7,08	17,71	1511,14
	Base	2,44	6,11	529,46
	Binder	1,29	3,22	279,18
P.K.: 0+205.000				
	Rodadura	0,40	2,00	88,84
	Subbase	7,08	35,38	1546,52
	Base	2,44	12,21	541,67
	Binder	1,29	6,43	285,61
P.K.: 0+210.000				
	Rodadura	0,40	2,00	90,84
	Subbase	7,08	35,38	1581,91
	Base	2,44	12,21	553,88
	Binder	1,29	6,43	292,04
P.K.: 0+212.698				
	Rodadura	0,40	1,08	91,92
	Subbase	7,08	19,09	1601,00
	Base	2,44	6,59	560,47
	Binder	1,29	3,47	295,51
P.K.: 0+215.000				
	Rodadura	0,40	0,92	92,84
	Subbase	7,08	16,29	1617,29
	Base	2,44	5,62	566,09
	Binder	1,29	2,96	298,47
P.K.: 0+220.000				
	Rodadura	0,40	2,00	94,84
	Subbase	7,08	35,38	1652,68
	Base	2,44	12,21	578,30
	Binder	1,29	6,43	304,91
P.K.: 0+225.000				
	Rodadura	0,40	2,00	96,84
	Subbase	7,08	35,38	1688,06
	Base	2,44	12,21	590,51
	Binder	1,29	6,43	311,34
P.K.: 0+227.899				
	Rodadura	0,40	1,16	98,00
	Subbase	7,08	20,51	1708,57
	Base	2,44	7,08	597,59
	Binder	1,29	3,73	315,07
P.K.: 0+230.000				
	Rodadura	0,40	0,84	98,84
	Subbase	7,08	14,87	1723,44
	Base	2,44	5,13	602,72
	Binder	1,29	2,70	317,77
P.K.: 0+235.000				
	Rodadura	0,40	2,00	100,84
	Subbase	7,08	35,38	1758,83
	Base	2,44	12,21	614,93
	Binder	1,29	6,43	324,20
P.K.: 0+240.000				
	Rodadura	0,40	2,00	102,84
	Subbase	7,08	35,38	1794,21
	Base	2,44	12,21	627,14
	Binder	1,29	6,43	330,63

	Tipo de área	Área	Vol. incremental	Vol. acumul.
		Metros cuadrados	Metros cúbicos	Metros cúbicos
P.K.: 0+245.000				
	Rodadura	0,40	2,00	104,84
	Subbase	7,08	35,38	1829,59
	Base	2,44	12,21	639,35
	Binder	1,29	6,43	337,07
P.K.: 0+250.000				
	Rodadura	0,40	2,00	106,84
	Subbase	7,08	35,38	1864,98
	Base	2,44	12,21	651,56
	Binder	1,29	6,43	343,50
P.K.: 0+255.000				
	Rodadura	0,40	2,00	108,84
	Subbase	7,08	35,38	1900,36
	Base	2,44	12,21	663,77
	Binder	1,29	6,43	349,93
P.K.: 0+260.000				
	Rodadura	0,40	2,00	110,84
	Subbase	7,08	35,38	1935,74
	Base	2,44	12,21	675,98
	Binder	1,29	6,43	356,36
P.K.: 0+265.000				
	Rodadura	0,40	2,00	112,84
	Subbase	7,08	35,38	1971,13
	Base	2,44	12,21	688,19
	Binder	1,29	6,43	362,79
P.K.: 0+268.399				
	Rodadura	0,40	1,36	114,20
	Subbase	7,08	24,05	1995,18
	Base	2,44	8,30	696,49
	Binder	1,29	4,37	367,17
P.K.: 0+270.000				
	Rodadura	0,40	0,64	114,84
	Subbase	7,08	11,33	2006,51
	Base	2,44	3,91	700,40
	Binder	1,29	2,06	369,23
P.K.: 0+275.000				
	Rodadura	0,40	2,00	116,84
	Subbase	7,08	35,38	2041,89
	Base	2,44	12,21	712,61
	Binder	1,29	6,43	375,66
P.K.: 0+280.000				
	Rodadura	0,40	2,00	118,84
	Subbase	7,08	35,38	2077,28
	Base	2,44	12,21	724,82
	Binder	1,29	6,43	382,09
P.K.: 0+285.000				
	Rodadura	0,40	2,00	120,84
	Subbase	7,08	35,38	2112,66
	Base	2,44	12,21	737,03
	Binder	1,29	6,43	388,52
P.K.: 0+290.000				
	Rodadura	0,40	2,00	122,84
	Subbase	7,08	35,38	2148,04
	Base	2,44	12,21	749,24
	Binder	1,29	6,43	394,95

	<b>Tipo de área</b>	<b>Área</b>	<b>Vol. incremental</b>	<b>Vol. acumul.</b>
		Metros cuadrados	Metros cúbicos	Metros cúbicos
P.K.: 0+295.000				
	Rodadura	0,40	2,00	124,84
	Subbase	7,08	35,38	2183,43
	Base	2,44	12,21	761,45
	Binder	1,29	6,43	401,39
P.K.: 0+297.226				
	Rodadura	0,40	0,89	125,73
	Subbase	7,08	15,76	2199,18
	Base	2,44	5,44	766,88
	Binder	1,29	2,86	404,25

	<b>Tipo de área</b>	<b>Área</b>	<b>Vol. incremental</b>	<b>Vol. acumul.</b>
		Metros cuadrados	Metros cúbicos	Metros cúbicos



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## **Anejo Nº 6. Plan de trabajos**

Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la  
carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles,  
Provincia de Castellón.

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Valencia



## | Anejo N°6. Plan De Trabajos

# | Anejo N°6. Plan De Trabajos

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Diagrama de Gantt.....	3
Apéndice N°1: Diagrama de Gantt	

## | Anejo N°6. Plan De Trabajos

## 1. Introducción

El objeto de este anejo es el proponer un plan de trabajos para la ejecución de la solución adoptada en el ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CV-190 EN LA PUERTA DE ENTRADA A FIGUEROLES, PROVINCIA DE CASTELLÓN.

Para ello se va a realizar una estimación de los rendimientos de la maquinaria empleada en las distintas unidades de obra así como se tendrá en cuenta el orden lógico de ejecución de las mismas. Finalmente se concluye con una propuesta de programa de trabajos mediante un Diagrama de Gantt.

## 2. Diagrama de Gantt

Para realizar un plan de trabajos con garantías de viabilidad, se ha elaborado un Diagrama de Gantt teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

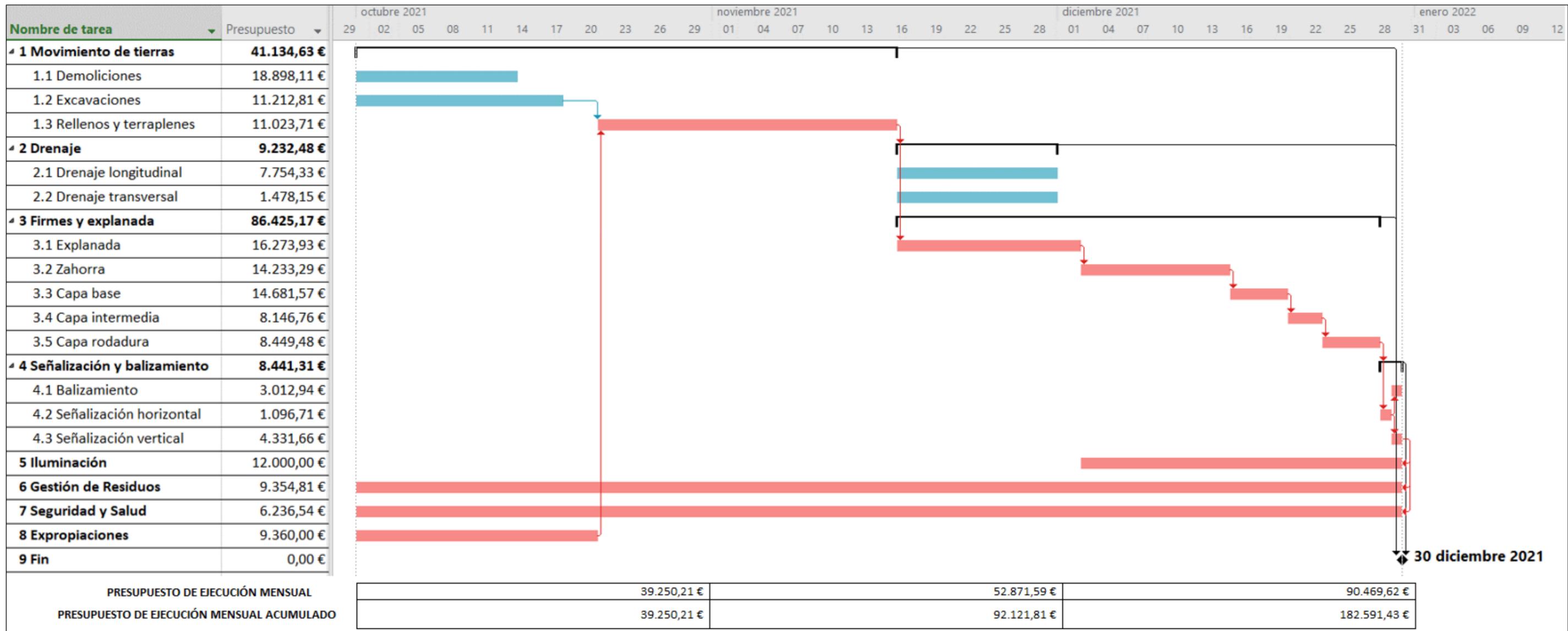
- Mediciones de las unidades de obra más significativas por su repercusión en el plazo de ejecución de la solución adoptada.
- Optimización de procedimientos constructivos asociados a la selección de soluciones.
- Estudios de rendimientos de los distintos medios a emplear en dichas unidades, contemplando maquinaria, distancias de transporte, localización de vertederos...
- Protección de las unidades de obra en función de factores climáticos. Tras la realización del análisis de climatología contemplado en el Anejo N°3 se concluye que la temperatura y precipitaciones no se consideran factor limitante para la ejecución de las distintas unidades de obra que conforman la solución.

La combinación de los distintos aspectos ha dado lugar a un programa de trabajos cuyo plazo total se estima en TRES (3) MESES, con distribución temporal y reparto del presupuesto que se indica a continuación. El inicio de los trabajos se prevé para el día 1 de octubre de 2021 y la finalización de los mismos para el día 30 de diciembre de 2021.

Se informa que tanto la planificación como la duración de la fase de ejecución de la solución adoptada recogidas en el presente anejo no tienen carácter un carácter preceptivo, siendo estas una propuesta por el autor del estudio.

En el Apéndice N°1 se incluye el diagrama de Gantt de la solución propuesta.

Apéndice N°1: Diagrama de Gantt





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## **Anejo Nº 7. Señalización y balizamiento**

Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la  
carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles,  
Provincia de Castellón.

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Valencia



## | Anejo N°7. Señalización Y Balizamiento

# Anejo N°7. Señalización Y Balizamiento

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Normativa Aplicable .....	3
3. Señalización y balizamiento de la chicane .....	3
3.1 Balizamiento .....	4
3.2 Señalización .....	5

## | Anejo N°7. Señalización Y Balizamiento

# Anejo N°7. Señalización Y Balizamiento

## 1. Introducción

El objeto de este anejo es el proponer una señalización adecuada para la solución adoptada en el ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CV-190 EN LA PUERTA DE ENTRADA A FIGUEROLES, PROVINCIA DE CASTELLÓN.

Debido a la naturaleza del estudio, el anejo de señalización y balizamiento solamente contemplará la señalización vertical y horizontal, así como los elementos de balizamiento necesarios para que se garantice la correcta implantación del nuevo elemento en la vía.

No se modificarán ni repondrán los elementos existentes de señalización y balizamiento de entrada al municipio, pudiendo trasladarlos en el caso de ser necesario.

## 2. Normativa Aplicable

La normativa y recomendaciones que se van a seguir para proponer la señalética y balizamiento de la solución propuesta en el presente estudio es:

- Norma 8.1 IC: Señalización vertical
- Norma 8.2 IC: Marcas Viales.
- Nota de Servicio 1/2011 de Señalización de tramos con riesgo de colisión por alcance. Recomendaciones sobre Dimensionamiento, Señalización y Balizamiento de Glorietas, de enero de 2015, de la Generalitat Valenciana.
- Recomendaciones sobre balizamiento de carreteras. Ministerio de Fomento. Borrador Mayo 2011.

## 3. Señalización y balizamiento de la chicane

En primer lugar, es imprescindible disponer de la correcta señalética y balizamiento del nuevo elemento de la vía para que los usuarios puedan percibirlo con la antelación suficiente que le permita adecuar su velocidad.



Figura 1: Chicane ubicada en el término de Bélgida, Comunidad Valenciana (Fuente: Google Maps)

### 3.1 Balizamiento

Las chicanes deben balizarse en toda su extensión, normalmente al encontrarse fuera de zonas urbanas, el balizamiento se lleva a cabo con balizas cilíndricas H-75.

Las balizas H-75 son elementos generalmente cilíndricos, pudiendo ser también planos o curvos, dotados de dos franjas retrorreflectantes que aumentan su visibilidad.

Su principal función es servir de guía o referencia en zonas singulares de la carretera, especialmente en convergencias, divergencias e intersecciones, creando también un efecto disuasorio de franqueamiento.

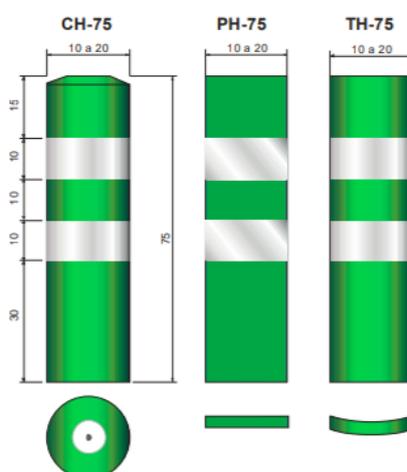


Figura 2: Tipología de balizas cilíndricas H-75

## Anejo N°7. Señalización Y Balizamiento

Las balizas cilíndricas se disponen tanto en el lado externo del carril como en la mediana. Habitualmente se disponen con un espaciamiento de aproximadamente 4 metros, y contemplan un tramo previo y posterior al nuevo elemento de la vía comprendido entre 20 y 30 metros.

### 3.2 Señalización

Tanto en toda la extensión de la chicane como en los tramos anteriores y posteriores, se repondrán las marcas viales continuas de separación entre carril y arcén y de separación entre carriles.

En el caso de la marca vial para borde de calzada se dispondrá de la marca vial M-2.6 (para velocidades de circulación inferiores a 100 km/h). El ancho de la marca vial será de 0,10 metros por disponer de ancho de carril inferior a 1,50 metros.

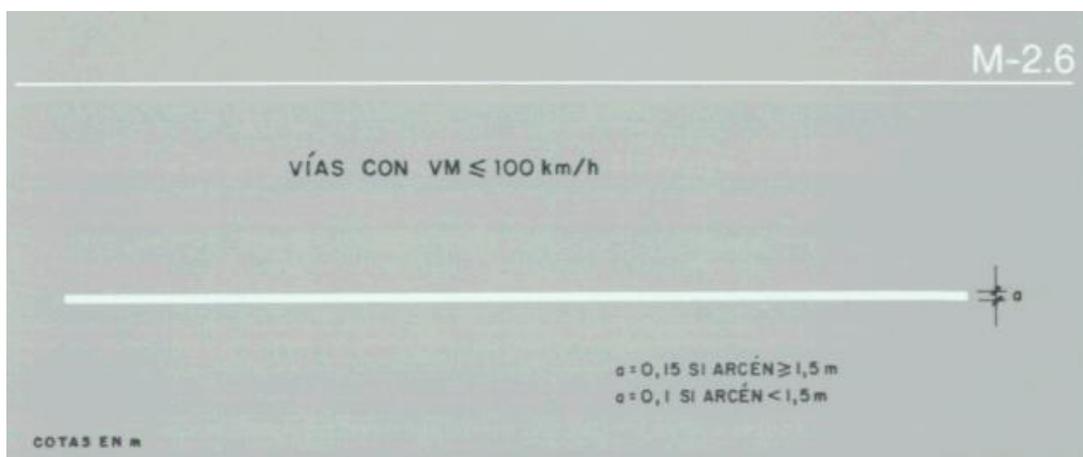


Figura 3: Marca vial M-2.6

Para delimitar los carriles en sentido contrario de circulación se dispondrá la marca vial M-2.2. El ancho de la marca vial será de 0,10 metros

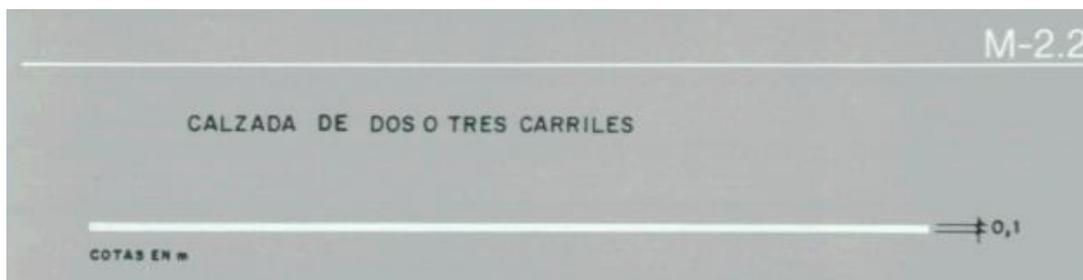


Figura 4: Marca vial M-2.2

## Anejo N°7. Señalización Y Balizamiento

Se debe señalar la circulación obligatoria a la entrada de la misma mediante la señal de sentido obligatorio derecha R-401 a.



Figura 5: Señal R-401 a

A su vez, se puede remarcar la circulación obligatoria por la derecha en el carril de circulación en sentido contrario con tal de mejorar la seguridad vial en el entorno del elemento.

En cuanto a la señalización horizontal, se pueden disponer de marcas viales antes de llegar a la chicane con tal de recalcar la disposición del nuevo elemento.

El nuevo tramo de la vía al presentar condiciones singulares debido a su nuevo trazado puede suponer el aumento del riesgo de accidentes por alcance, es por ello por lo que se propone la disposición de marcas vial tipo galón pintados sobre el eje del carril de entrada.

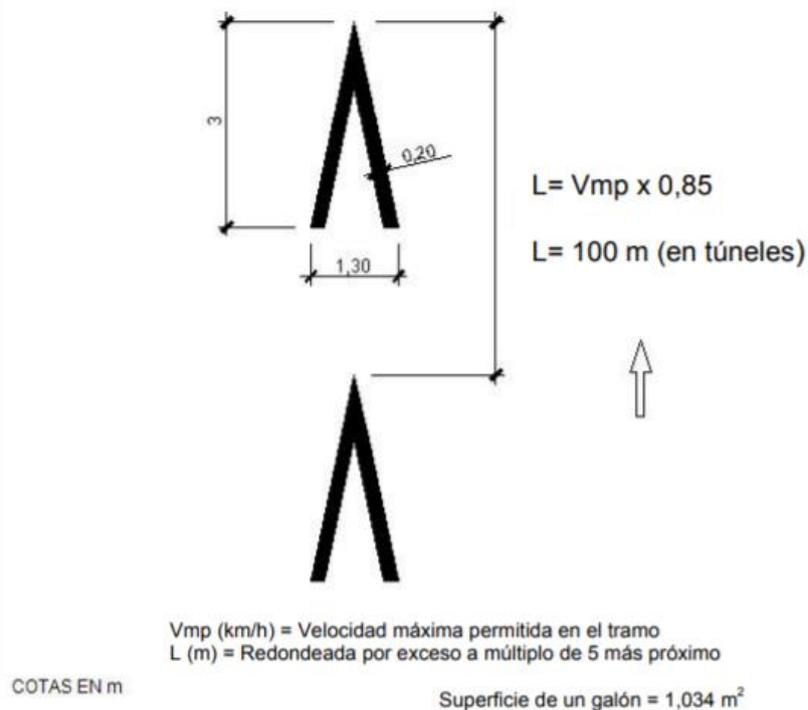


Figura 6: Marca vial tipo galón.

## Anejo N°7. Señalización Y Balizamiento

Se dispondrán de 6 marcas viales tipo galón con una separación de aproximadamente 10 metros para resaltar el nuevo retranqueo del carril de entrada al termino de Figueroles.

A continuación, se adjunta un esquema visual de las nuevas marcas viales dispuestas.



Figura 7: Implantación de marcas viales tipo galón.

A lo largo de la chicane se ejecutará un cebreado en el interior de la mediana con el objetivo de incrementar la visibilidad de la zona del pavimento excluida a la circulación de vehículos entre carriles de circulación en doble sentido.

Este cebreado se ejecutara conforme a lo establecido en la norma 8.2 IC de , en concreto, para una carretera convencional, de doble sentido, con velocidades inferiores a 60 km/h, se dispondrá según la marca vial M-7.2 a.

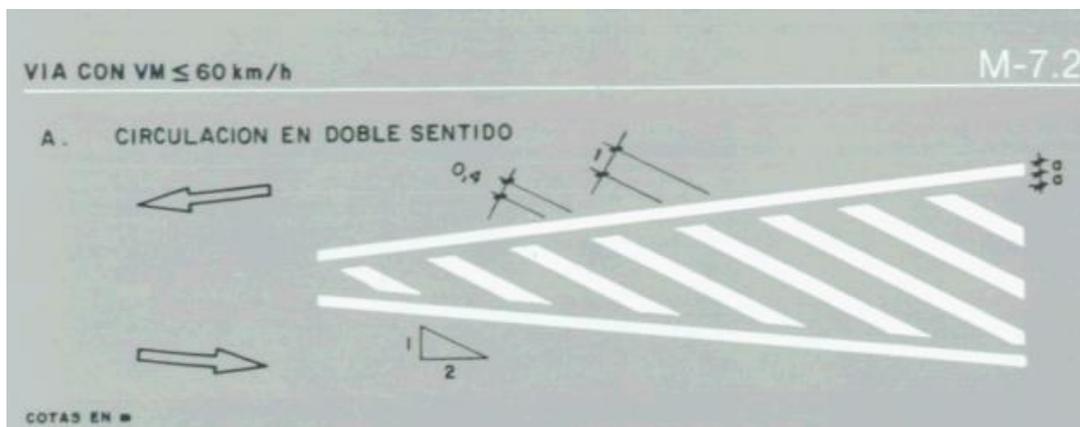


Figura 8: Marca vial M-7.2 a

## Anejo N°7. Señalización Y Balizamiento

A continuación, se adjunta un esquema visual de la señalización y balizamiento en la chicane.



*Figura 9: Esquema visual de la señalización y balizamiento en la chicane*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## **Anejo Nº 8. Valoración económica**

Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la  
carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles,  
Provincia de Castellón.

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Valencia



## | Anejo N°8. Valoración Económica

# | Anejo N°8. Valoración Económica

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Valoración económica .....	3
Apéndice N°1: Mediciones .....	3
Apéndice N°2: Listado de precios.....	4
Apéndice N°3: Valoración económica .....	5

## | Anejo N°8. Valoración Económica

# Anejo N°8. Valoración Económica

## 1. Introducción

El objeto de este anejo es el determinar el coste económico que supone la implantación de la solución adoptada en el ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CV-190 EN LA PUERTA DE ENTRADA A FIGUEROLES, PROVINCIA DE CASTELLÓN.

## 2. Valoración económica

Se ha concluido el presente estudio con la valoración económica de la implantación de la solución propuesta.

En el Apéndice N° 1 se adjuntan las mediciones de las distintas unidades de obra consideradas en la solución propuesta.

Parte de las mediciones, como las relacionadas al movimiento de tierras y a la sección de firmes se han obtenido directamente del programa CIVIL 3D. En los Apéndices N°1 y N°2 del Anejo N°5 Trazado se encuentran las mediciones obtenidas tras la modelización de la solución adoptada.

En el Apéndice N° 2 se adjunta el listado de precios de las distintas unidades de obra consideradas en la solución propuesta.

Los precios de las distintas unidades de obra se han obtenido de distintas bases de precios como la Orden Circular 3/2021 Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras y del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) entre otros.

En el Apéndice N° 3 se adjuntan la valoración económica de las distintas unidades de obra consideradas en la solución propuesta.

## Anejo N°8. Valoración Económica

A continuación, se resume la valoración económica por capítulos y el importe total del coste de la alternativa.

### RESUMEN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA

TOTAL CAPÍTULO "MOVIMIENTO DE TIERRAS"	41.134,63 €
TOTAL CAPÍTULO "FIRMES Y EXPLANADA"	86.425,17 €
TOTAL CAPÍTULO "DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL"	9.602,01 €
TOTAL CAPÍTULO "SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO"	8.441,31 €
TOTAL CAPÍTULO "ILUMINACIÓN"	12.000,00 €
TOTAL CAPÍTULO "GESTIÓN DE RESIDUOS"	9.354,81 €
TOTAL CAPÍTULO "SEGURIDAD Y SALUD"	6.236,54 €
TOTAL CAPÍTULO "EXPROPIACIONES"	9.360,00 €
<b>TOTAL COSTE DE EJECUCIÓN DE LA ALTERNATIVA</b>	<b>182.554,48 €</b>
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	10.953,27 €
GASTOS GENERALES (13 %)	23.732,08 €
<b>TOTAL COSTE DE EJECUCIÓN DE LA ALTERNATIVA CON BENEFICIO INDUSTRIAL Y GASTOS GENERALES, SIN IVA.</b>	<b>217.239,83 €</b>

Figura 1: Resumen de la valoración económica

El coste total de la ejecución de la chicane con Beneficio Industrial (6%) y Gastos Generales (13 %) sin IVA asciende a **217.239,83 €** (Doscientos diecisiete mil doscientos treinta y nueve euros y ochenta y tres céntimos).

# | Anejo N°8. Valoración Económica

## Apéndice N°1: Mediciones



MEDICIONES							
Código	UD	Descripción	Longitud	Ancho	Espesor	Parcial	Total
02.04	t	MBC tipo AC 22 BASE G, excepto betún y polvo mineral					
		MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G, EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.					
		Mediciones auxiliares	2,42	227,39		550,28	550,28
02.05	m <sup>3</sup>	Zahorra					
		ZAHORRA i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDA SOBRE PERFIL TEÓRICO					
		Mediciones auxiliares				766,88	766,88
02.05	t	Emulsión termoadherente tipo C60B3 TER para riegos de adherencia					
		EMULSIÓN TERMOADHERENTE TIPO C60B3 TER PARA RIEGOS DE ADHERENCIA.					
		Mediciones auxiliares					
		Capa Rodadura	0,60	2514,60	0,001	1,51	
		Capa Intermedia	0,60	2526,56	0,001	1,52	3,02
02.06	t	Emulsión C50BF4 IMP en riego de imprimación					
		EMULSIÓN C50BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN, BARRIDO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, TOTALMENTE TERMINADO.					
		Mediciones auxiliares					
		Capa Base	1,20	2526,56	0,001	3,03	3,03
02.06	t	Betún asfáltico convencional tipo 50/70					
		BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO 50/70					
		Mediciones auxiliares					
		Capa Rodadura	4,55	304,27	0,01	13,84	
		Capa Intermedia	3,85	305,69	0,01	11,77	
		Capa Base	3,40	550,28	0,01	18,71	44,32

### 3. Drenaje longitudinal y transversal

03.01	m <sup>3</sup>	Hormigón en masa HM-20 en formación de cuneta					
		HORMIGÓN EN MASA HM-20 EN FORMACIÓN DE CUNETA i/ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS SIN INCLUIR EXCAVACIÓN					
		Cuneta Longitudinal N°1	297,00	2,25	0,10	66,83	
		Cuneta Longitudinal N°2	297,00	0,60	0,10	17,82	84,65



MEDICIONES							
Código	UD	Descripción	Longitud	Ancho	Espesor	Parcial	Total

**5. Iluminación**

05.01 PA Partida alzada para elementos de iluminación

PARTIDA ALZADA PARA ELEMENTOS DE ILUMINACIÓN NECESARIOS PARA LA EJECUCION DE LA CHICANE

1,00

**6. Gestión de Residuos**

06.01 PA Partida alzada para Gestión de Residuos

PARTIDA ALZADA PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN LA EJECUCIÓN DE LA CHICANE

1,00

**7. Seguridad y Salud**

07.01 PA Partida alzada para Seguridad y Salud

PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE CONFORMAN LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA CHICANE

1,00

**8. Expropiaciones**

08.01 m<sup>2</sup> Expropiación de terreno existente

EXPROPIACIÓN DE TERRENO EXISTENTE NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA

Chicane 780,00 780,00

780,00

# | Anejo N°8. Valoración Económica

## Apéndice N°2: Listado de precios

**LISTADO DE PRECIOS UNIDADES DE OBRA**

Código	UD	Descripción	Precio
--------	----	-------------	--------

**1. Movimiento de tierras**

01.01 m<sup>2</sup> 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.

Mano de Obra	1,29
Maquinaria	7,29
Suma de la partida	<u>8,58</u>
Costes Indirectos (6%)	<u>0,51</u>
	9,09

01.02 m<sup>3</sup> Excavación en desmonte en tránsito con medios mecánicos sin explosivos

EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILEADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA.

Mano de Obra	0,05
Maquinaria	2,18
Suma de la partida	<u>2,23</u>
Costes Indirectos (6%)	<u>0,13</u>
	2,36

01.03 m<sup>3</sup> Terraplén o relleno todo-uno con material procedente de préstamos

TERRAPLÉN O RELLENO TODO-UNO CON MATERIALES PROCEDENTES DE PRÉSTAMO O CANTERA, i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, NIVELACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES CON P.P. DE SOBREANCHOS S/PG-3, COMPLETAMENTE TERMINADO i/ MATERIAL, CANON DE PRÉSTAMO Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 2 km.

Mano de Obra	0,07
Maquinaria	2,13
Resto de obra y materiales	<u>2,15</u>
Suma de la partida	4,35
Costes Indirectos (6%)	<u>0,26</u>
	4,61

**2. Firmes y explanada**

02.01 m<sup>3</sup> Suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para formación de explanada.

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.

Mano de Obra	0,07
Maquinaria	3,51
Resto de obra y materiales	<u>3,40</u>
Suma de la partida	6,98
Costes Indirectos (6%)	<u>0,42</u>
	7,40

**LISTADO DE PRECIOS UNIDADES DE OBRA**

Código	UD	Descripción	Precio
02.02	t	MBC tipo AC 16 SURF S, excepto betún y polvo mineral	
		MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC16 SURF S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL, TOTALMENTE EXTENDIDA Y COMPACTADA	
		Mano de Obra	2,36
		Maquinaria	14,17
		Resto de obra y materiales	9,67
		Suma de la partida	<u>26,20</u>
		Costes Indirectos (6%)	1,57
			<u>27,77</u>
02.03	t	MBC tipo AC 22 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.	
		Mano de Obra	2,36
		Maquinaria	14,17
		Resto de obra y materiales	8,61
		Suma de la partida	<u>25,14</u>
		Costes Indirectos (6%)	1,51
			<u>26,65</u>
02.04	t	MBC tipo AC 22 BASE G, excepto betún y polvo mineral	
		MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G, EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	
		Mano de Obra	2,36
		Maquinaria	14,17
		Resto de obra y materiales	8,64
		Suma de la partida	<u>25,17</u>
		Costes Indirectos (6%)	1,51
			<u>26,68</u>
02.05	m <sup>3</sup>	Zahorra	
		ZAHORRA i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDA SOBRE PERFIL TEÓRICO	
		Mano de Obra	1,09
		Maquinaria	7,90
		Resto de obra y materiales	8,52
		Suma de la partida	<u>17,51</u>
		Costes Indirectos (6%)	1,05
			<u>18,56</u>
02.05	t	Emulsión termoadherente tipo C60B3 TER para riegos de adherencia	
		EMULSIÓN TERMOADHERENTE TIPO C60B3 TER PARA RIEGOS DE ADHERENCIA.	
		Mano de Obra	43,11
		Maquinaria	68,54
		Resto de obra y materiales	376,00
		Suma de la partida	<u>487,65</u>
		Costes Indirectos (6%)	29,26
			<u>516,91</u>

LISTADO DE PRECIOS UNIDADES DE OBRA			
Código	UD	Descripción	Precio
02.06	t	Emulsión C50BF4 IMP en riego de imprimación	
		EMULSIÓN C50BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN, BARRIDO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, TOTALMENTE TERMINADO.	
		Mano de Obra	21,56
		Maquinaria	34,28
		Resto de obra y materiales	326,83
		Suma de la partida	382,67
		Costes Indirectos (6%)	22,96
			405,63
02.06	t	Betún asfáltico convencional tipo 50/70	
		BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO 50/70	
		Resto de obra y materiales	465,00
		Suma de la partida	465,00
		Costes Indirectos (6%)	27,90
			492,90
<b>3. Drenaje longitudinal y transversal</b>			
03.01	m <sup>3</sup>	Hormigón en masa HM-20 en formación de cuneta	
		HORMIGÓN EN MASA HM-20 EN FORMACIÓN DE CUNETAS i/ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS SIN INCLUIR EXCAVACIÓN	
		Mano de Obra	23,08
		Resto de obra y materiales	63,34
		Suma de la partida	86,42
		Costes Indirectos (6%)	5,19
			91,61
03.02	m	Colector enterrado de hormigón armado para Obra de Drenaje Transversal	
		COLECTOR ENTERRADO, CON REFUERZO BAJO CALZADA, FORMADO POR TUBO DE HORMIGÓN ARMADO PARA SANEAMIENTO SIN PRESIÓN, FABRICADO POR COMPRESIÓN RADIAL, CLASE 135, CARGA DE ROTURA 135 KN/M <sup>2</sup> , DE 800 MM DE DIÁMETRO NOMINAL (INTERIOR), UNIÓN POR ENCHUFE Y CAMPANA CON JUNTA ELÁSTICA. EL PRECIO INCLUYE LOS EQUIPOS Y LA MAQUINARIA NECESARIOS PARA EL DESPLAZAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN EN OBRA DE LOS ELEMENTOS, PERO NO INCLUYE LA EXCAVACIÓN NI EL RELLENO PRINCIPAL	
		Mano de Obra	11,09
		Maquinaria	21,81
		Resto de obra y materiales	141,41
		Suma de la partida	174,31
		Costes Indirectos (6%)	10,46
			184,77
<b>4. Señalización y balizamiento</b>			
04.01	ud	Baliza cilíndrica CH-75 de clase RA2	
		BALIZA CILÍNDRICA CH-75 CON MATERIAL REFLECTANTE CLASE RA2, TOTALMENTE COLOCADA.	
		Mano de Obra	9,80
		Resto de obra y materiales	32,00
		Suma de la partida	41,80
		Costes Indirectos (6%)	2,51
			44,31

**LISTADO DE PRECIOS UNIDADES DE OBRA**

Código	UD	Descripción	Precio
--------	----	-------------	--------

04.02      ud    Señal circular de 90 cm de diametro y retrorreflectancia de clase RA2

SEÑAL CIRCULAR DE 90 CM DE DIÁMETRO, RETRORREFLECTANTE DE CLASE RA2, COLOCADA SOBRE POSTE GALVANIZADO, FIJADO A TIERRA MEDIANTE HORMIGONADO i/ TORNILLERÍA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO

Mano de Obra	23,77
Maquinaria	6,16
Resto de obra y materiales	<u>126,51</u>
Suma de la partida	156,44
Costes Indirectos (6%)	<u>9,39</u>
	165,83

04.03      m    Marca vial blanca reflectante termoplástica en caliente ancho 10 cm

MARCA VIAL DE TIPO II (RR), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO TERMOPLÁSTICA EN CALIENTE, DE 10 cm DE ANCHO i/ PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).

Mano de Obra	0,04
Maquinaria	0,14
Resto de obra y materiales	<u>0,32</u>
Suma de la partida	0,50
Costes Indirectos (6%)	<u>0,03</u>
	0,53

04.04      m<sup>2</sup>    Marca vial blanca reflectante termoplástica en caliente en simbolos y cebreados

MARCA VIAL DE TIPO II (RR), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO TERMOPLÁSTICA EN CALIENTE, DE 10 cm DE ANCHO i/ PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).

Mano de Obra	0,21
Maquinaria	0,44
Resto de obra y materiales	<u>3,23</u>
Suma de la partida	3,88
Costes Indirectos (6%)	<u>0,23</u>
	4,11

04.05      PA    Partida alzada para restitución y traslado de los distintos elementos de señalización y balizamiento existentes.

PARTIDA ALZADA PARA RESTITUCIÓN Y TRASLADO DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO EXISTENTES.

4000,00

**5. Iluminación**

05.01      PA    Partida alzada para elementos de iluminación

PARTIDA ALZADA PARA ELEMENTOS DE ILUMINACIÓN NECESARIOS PARA LA EJECUCION DE LA CHICANE

12000,00

**LISTADO DE PRECIOS UNIDADES DE OBRA**

Código	UD	Descripción	Precio
--------	----	-------------	--------

**6. Gestión de Residuos**

06.01 PA Partida alzada para Gestión de Residuos

PARTIDA ALZADA PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN LA EJECUCIÓN DE LA CHICANE

9354,81

**7. Seguridad y Salud**

07.01 PA Partida alzada para Seguridad y Salud

PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE CONFORMAN LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA CHICANE

6236,54

**8. Expropiaciones**

08.01 m<sup>2</sup> Expropiación de terreno existente

EXPROPIACIÓN DE TERRENO EXISTENTE NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA

12,00

# | Anejo N°8. Valoración Económica

## Apéndice N°3: Valoración económica

**VALORACIÓN ECONÓMICA**

Código	UD	Descripción	Longitud	Ancho	Cantidad	Precio	Importe
--------	----	-------------	----------	-------	----------	--------	---------

**1. Movimiento de tierras**

01.01	m <sup>2</sup>	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.			2079,00	9,09 €	18.898,11 €

01.02	m <sup>3</sup>	Excavación en desmonte en tránsito con medios mecánicos sin explosivos					
		EXCAVACIÓN EN DESMONTA EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA.			4751,19	2,36 €	11.212,81 €

01.03	m <sup>3</sup>	Terraplén o relleno todo-uno con material procedente de préstamos					
		TERRAPLÉN O RELLENO TODO-UNO CON MATERIALES PROCEDENTES DE PRÉSTAMO O CANTERA, i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, NIVELACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES CON P.P. DE SOBREANCHOS S/PG-3, COMPLETAMENTE TERMINADO i/ MATERIAL, CANON DE PRÉSTAMO Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 2 km.			2391,26	4,61 €	11.023,71 €

**TOTAL CAPÍTULO "MOVIMIENTO DE TIERRAS" 41.134,63 €**

**2. Firmes y explanada**

02.01	m <sup>3</sup>	Suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para formación de explanada.					
		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.			2199,18	7,40 €	16.273,93 €

02.02	t	MBC tipo AC 16 SURF S, excepto betún y polvo mineral					
		MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC16 SURF S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL, TOTALMENTE EXTENDIDA Y COMPACTADA			304,27	27,77 €	8.449,48 €

02.03	t	MBC tipo AC 22 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.			305,69	26,65 €	8.146,76 €

VALORACIÓN ECONÓMICA							
Código	UD	Descripción	Longitud	Ancho	Cantidad	Precio	Importe
02.04	t	MBC tipo AC 22 BASE G, excepto betún y polvo mineral  MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G, EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.			550,28	26,68 €	14.681,57 €
02.05	m <sup>3</sup>	Zahorra  ZAHORRA i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDA SOBRE PERFIL TEÓRICO			766,88	18,56 €	14.233,29 €
02.05	t	Emulsión termoadherente tipo C60B3 TER para riegos de adherencia  EMULSIÓN TERMOADHERENTE TIPO C60B3 TER PARA RIEGOS DE ADHERENCIA.			3,02	516,91 €	1.563,50 €
02.06	t	Emulsión C50BF4 IMP en riego de imprimación  EMULSIÓN C50BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN, BARRIDO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, TOTALMENTE TERMINADO.			3,03	405,63 €	1.229,82 €
02.06	t	Betún asfáltico convencional tipo 50/70  BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO 50/70			44,32	492,90 €	21.846,81 €
<b>TOTAL CAPÍTULO "FIRMES Y EXPLANADA"</b>							<b>86.425,17 €</b>

### 3. Drenaje longitudinal y transversal

03.01	m <sup>3</sup>	Hormigón en masa HM-20 en formación de cuneta  HORMIGÓN EN MASA HM-20 EN FORMACIÓN DE CUNETA i/ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS SIN INCLUIR EXCAVACIÓN			84,65	91,61 €	7.754,33 €
03.02	m	Colector enterrado de hormigón armado para Obra de Drenaje Transversal  COLECTOR ENTERRADO, CON REFUERZO BAJO CALZADA, FORMADO POR TUBO DE HORMIGÓN ARMADO PARA SANEAMIENTO SIN PRESIÓN, FABRICADO POR COMPRESIÓN RADIAL, CLASE 135, CARGA DE ROTURA 135 KN/M <sup>2</sup> , DE 800 MM DE DIÁMETRO NOMINAL (INTERIOR), UNIÓN POR ENCHUFE Y CAMPANA CON JUNTA ELÁSTICA. EL PRECIO INCLUYE LOS EQUIPOS Y LA MAQUINARIA NECESARIOS PARA EL DESPLAZAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN EN OBRA DE LOS ELEMENTOS, PERO NO INCLUYE LA EXCAVACIÓN NI EL RELLENO PRINCIPAL			10,00	184,77 €	1.847,69 €
<b>TOTAL CAPÍTULO "DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL"</b>							<b>9.602,01 €</b>

**VALORACIÓN ECONÓMICA**

Código	UD	Descripción	Longitud	Ancho	Cantidad	Precio	Importe
--------	----	-------------	----------	-------	----------	--------	---------

**4. Señalización y balizamiento**

04.01 ud Baliza cilíndrica CH-75 de clase RA2

BALIZA CILÍNDRICA CH-75 CON MATERIAL REFLECTANTE CLASE RA2, TOTALMENTE COLOCADA.

68,00 44,31 €

3.012,94 €

04.02 ud Señal circular de 90 cm de diametro y retrorreflectancia de clase RA2

SEÑAL CIRCULAR DE 90 CM DE DIÁMETRO, RETRORREFLECTANTE DE CLASE RA2, COLOCADA SOBRE POSTE GALVANIZADO, FIJADO A TIERRA MEDIANTE HORMIGONADO i/ TORNILLERÍA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO

2,00 165,83 €

331,66 €

04.03 m Marca vial blanca reflectante termoplástica en caliente ancho 10 cm

MARCA VIAL DE TIPO II (RR), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO TERMOPLÁSTICA EN CALIENTE, DE 10 cm DE ANCHO i/ PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).

951,00 0,53 €

504,03 €

04.04 m<sup>2</sup> Marca vial blanca reflectante termoplástica en caliente en simbolos y cebreados

MARCA VIAL DE TIPO II (RR), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO TERMOPLÁSTICA EN CALIENTE, DE 10 cm DE ANCHO i/ PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).

144,20 4,11 €

592,68 €

04.05 PA Partida alzada para restitución y traslado de los distintos elementos de señalización y balizamiento existentes.

PARTIDA ALZADA PARA RESTITUCIÓN Y TRASLADO DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO EXISTENTES.

1,00 4.000,00 €

4.000,00 €

**TOTAL CAPÍTULO "SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO"**

**8.441,31 €**

VALORACIÓN ECONÓMICA							
Código	UD	Descripción	Longitud	Ancho	Cantidad	Precio	Importe
<b>5. Iluminación</b>							
05.01	PA	Partida alzada para elementos de iluminación					
		PARTIDA ALZADA PARA ELEMENTOS DE ILUMINACIÓN NECESARIOS PARA LA EJECUCION DE LA CHICANE					
					1,00	12.000,00 €	
							12.000,00 €
		<b>TOTAL CAPÍTULO "ILUMINACIÓN"</b>					<b>12.000,00 €</b>
<b>6. Gestión de Residuos</b>							
06.01	PA	Partida alzada para Gestión de Residuos					
		PARTIDA ALZADA PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN LA EJECUCIÓN DE LA CHICANE					
					1,00	9.376,99 €	
							9.376,99 €
		<b>TOTAL CAPÍTULO "GESTIÓN DE RESIDUOS"</b>					<b>9.376,99 €</b>
<b>7. Seguridad y Salud</b>							
07.01	PA	Partida alzada para Seguridad y Salud					
		PARTIDA ALZADA PARA LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE CONFORMAN LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA CHICANE					
					1,00	6.251,32 €	
							6.251,32 €
		<b>TOTAL CAPÍTULO "SEGURIDAD Y SALUD"</b>					<b>6.251,32 €</b>
<b>8. Expropiaciones</b>							
08.01	m <sup>2</sup>	Expropiación de terreno existente					
		EXPROPIACIÓN DE TERRENO EXISTENTE NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA					
					780,00	12,00 €	
							9.360,00 €
		<b>TOTAL CAPÍTULO "EXPROPIACIONES"</b>					<b>9.360,00 €</b>
		<b>TOTAL COSTE DE EJECUCIÓN DE LA ALTERNATIVA</b>					<b>182.591,43 €</b>
		<b>BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)</b>					<b>10.955,49 €</b>
		<b>GASTOS GENERALES (13 %)</b>					<b>23.736,89 €</b>
		<b>TOTAL COSTE DE EJECUCIÓN DE LA ALTERNATIVA CON BENEFICIO INDUSTRIAL Y GASTOS GENERALES, SIN IVA.</b>					<b>217.283,80 €</b>



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## Planos

Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la  
carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles,  
Provincia de Castellón.

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Valencia





<p>TITULACIÓN: Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de València.</p>	<p>AUTOR DEL PROYECTO:  Fdo: Marcos Carrera Castelló</p>	<p>FECHA: Septiembre 2021</p>	<p>TITULO DEL PROYECTO: Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón</p>	<p>TITULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO</p>	<p>ESCALA: VARIOS</p>	<p>Nº DE PLANO: 1 Hoja 1 de 1</p>
---	--	-----------------------------------	---	--	---------------------------	---------------------------------------



<p>TITULACIÓN: Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia.</p>	<p>AUTOR DEL PROYECTO:  Fdo: Marcos Carrera Castelló</p>	<p>FECHA: Septiembre 2021</p>	<p>TITULO DEL PROYECTO: Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón</p>	<p>TITULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA</p>	<p>ESCALA: 1:2000</p>	<p>Nº DE PLANO: 2 Hoja 1 de 1</p>
---	--	-----------------------------------	---	--	---------------------------	---------------------------------------



<b>TITULACIÓN:</b> Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de València.	<b>AUTOR DEL PROYECTO:</b>  Fdo: Marcos Carrera Castelló	<b>FECHA:</b> Septiembre 2021	<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b> Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón	<b>TÍTULO DEL PLANO:</b> SITUACIÓN ACTUAL CV-190	<b>ESCALA:</b> 1:500	<b>Nº DE PLANO:</b> 3 Hoja 1 de 2
---	--	----------------------------------	--	---	-------------------------	--------------------------------------



<b>TITULACIÓN:</b> Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia.	<b>AUTOR DEL PROYECTO:</b>  Fdo: Marcos Carrera Castelló	<b>FECHA:</b> Septiembre 2021	<b>TITULO DEL PROYECTO:</b> Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón	<b>TITULO DEL PLANO:</b> SITUACIÓN ACTUAL CV-190	<b>ESCALA:</b> 1:500	<b>Nº DE PLANO: 3</b> <hr/> Hoja 2 de 2
---	--	----------------------------------	--	---	-------------------------	--



PK=0+000.00

P.K. ORIGEN

0+100

0+100

PK=0+157.00

BASE DE REPLANTEO DEL EJE DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA		
P.K.	ORDENADA	ABCISA
0+000,000	4444768.9562 m	735099.1589 m
0+020,000	4444763.0791 m	735118.2759 m
0+040,000	4444757.2020 m	735137.3929 m
0+060,000	4444745.4478 m	735156.5099 m
0+080,000	4444738.7062 m	735175.6269 m
0+100,000	4444731.1377 m	735194.4350 m
0+120,000	4444723.5692 m	735212.9477 m
0+140,000	4444716.0001 m	735231.4603 m

DIRECCIÓN LUCENA DEL CID



DIRECCIÓN L'ALCOBA



TITULACIÓN:  
Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.  
Universidad Politécnica de València.

AUTOR DEL PROYECTO:  
  
Fdo: Marcos Carrera Castelló

FECHA:  
Septiembre 2021

TITULO DEL PROYECTO:  
Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón

TITULO DEL PLANO:  
EJE DE REPLANTEO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

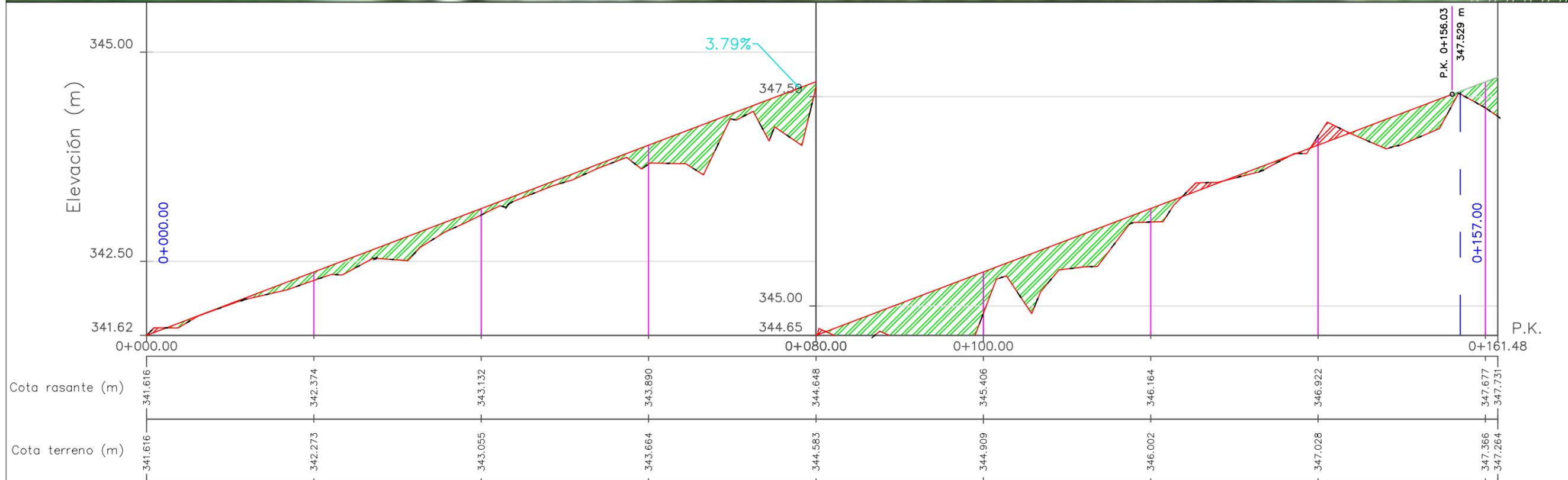
ESCALA:  
1:500

Nº DE PLANO: 4  
Hoja 1 de 2

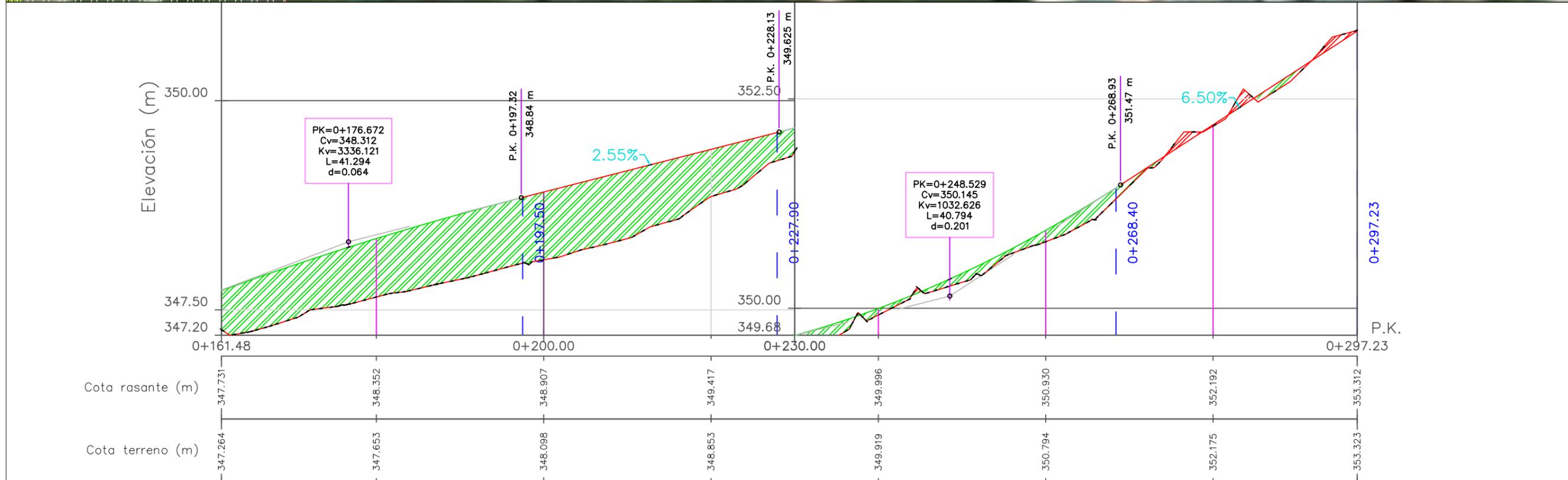


BASE DE REPLANTEO DEL EJE DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA		
P.K.	ORDENADA	ABCISA
0+160,000	4444716.0001 m	735249.9727m
0+180,000	4444708.1309 m	735268.3578 m
0+200,000	4444698.9066 m	735286.0926 m
0+220,000	4444687.5331 m	735302.5258 m
0+240,000	4444674.1091 m	735317.3341 m
0+260,000	4444659.3570 m	735330.8341 m
0+280,000	4444644.2013 m	735343.8842 m
0+297.230	4444631.1918 m	735355.0670 m

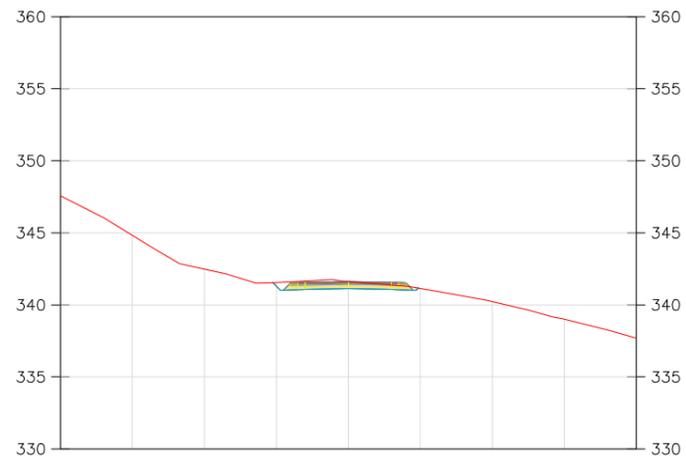
<b>TITULACIÓN:</b> Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia.	<b>AUTOR DEL PROYECTO:</b>  Fdo: Marcos Carrera Castelló	<b>FECHA:</b> Septiembre 2021	<b>TITULO DEL PROYECTO:</b> Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón	<b>TITULO DEL PLANO:</b> EJE DE REPLANTEO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	<b>ESCALA:</b> 1:500	<b>Nº DE PLANO: 4</b> Hoja 2 de 2
---	--	----------------------------------	--	---	-------------------------	--------------------------------------



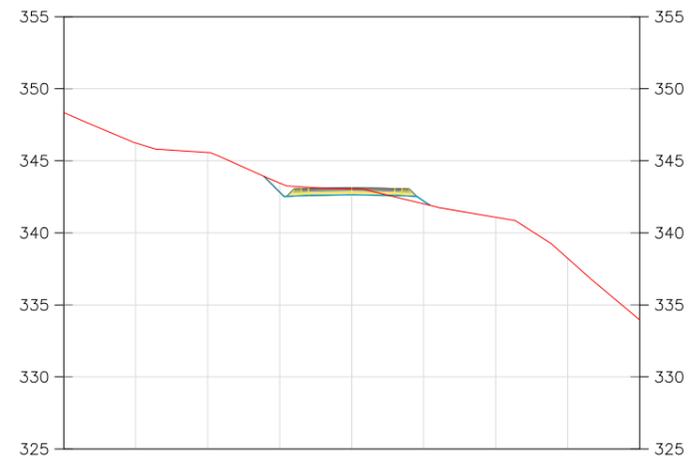
<b>TITULACIÓN:</b> Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia.	<b>AUTOR DEL PROYECTO:</b>  Fdo: Marcos Carrera Castelló	<b>FECHA:</b> Septiembre 2021	<b>TITULO DEL PROYECTO:</b> Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón	<b>TITULO DEL PLANO:</b> PLANTA GENERAL Y PERFIL LONGITUDINAL DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	<b>ESCALA:</b> 1:500	<b>Nº DE PLANO: 5</b>
						Hoja 1 de 2



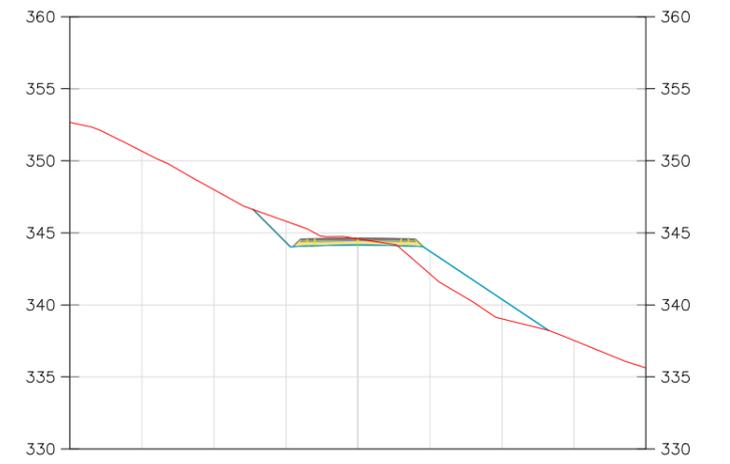
<b>TITULACIÓN:</b> Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia.	<b>AUTOR DEL PROYECTO:</b>  Fdo: Marcos Carrera Castelló	<b>FECHA:</b> Septiembre 2021	<b>TITULO DEL PROYECTO:</b> Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón	<b>TITULO DEL PLANO:</b> PLANTA GENERAL Y PERFIL LONGITUDINAL DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	<b>ESCALA:</b> 1:500	<b>Nº DE PLANO: 5</b> Hoja 2 de 2
---	--	----------------------------------	--	---	-------------------------	--------------------------------------



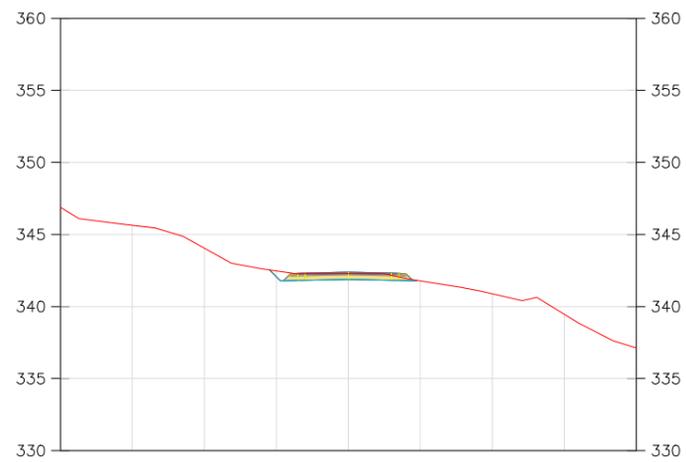
P.K. 0+000



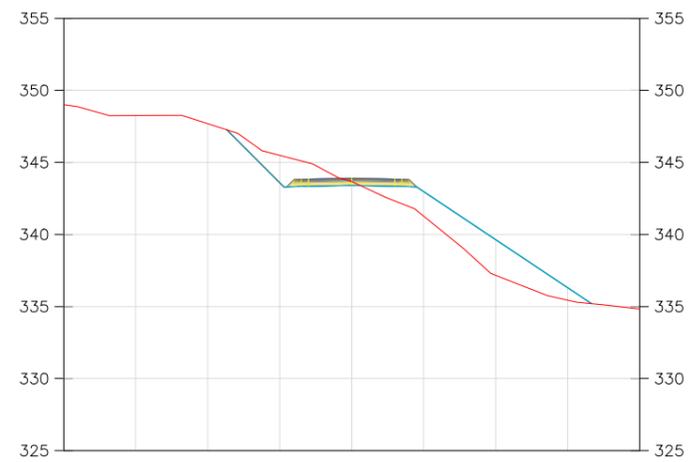
P.K. 0+040



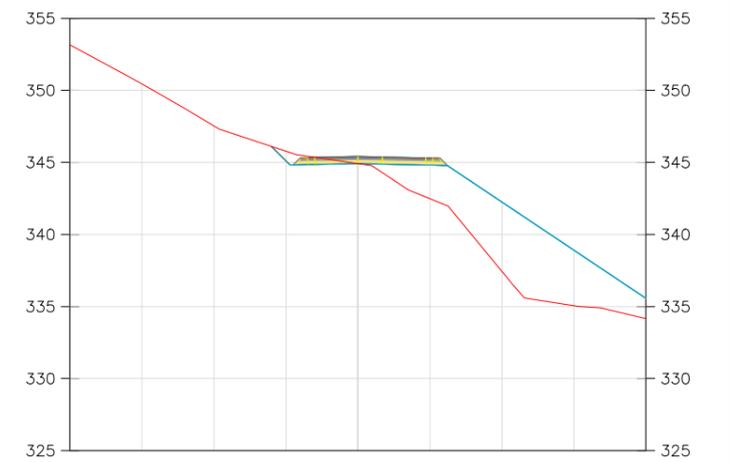
P.K. 0+080



P.K. 0+020



P.K. 0+060



P.K. 0+100

TITULACIÓN:  
Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.  
Universidad Politécnica de Valencia.

AUTOR DEL PROYECTO:  
  
Fdo: Marcos Carrera Castelló

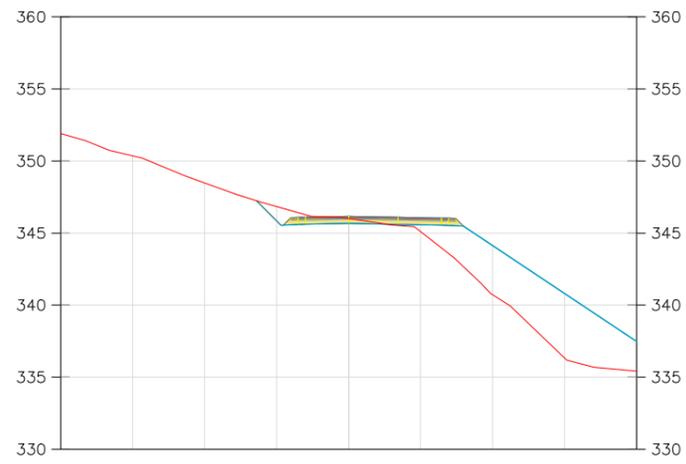
FECHA:  
Septiembre 2021

TITULO DEL PROYECTO:  
Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón

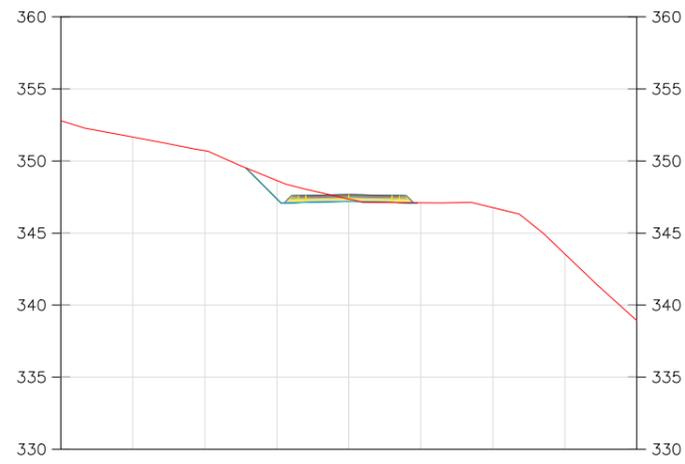
TITULO DEL PLANO:  
PERFILES TRANSVERSALES

ESCALA:  
1:200

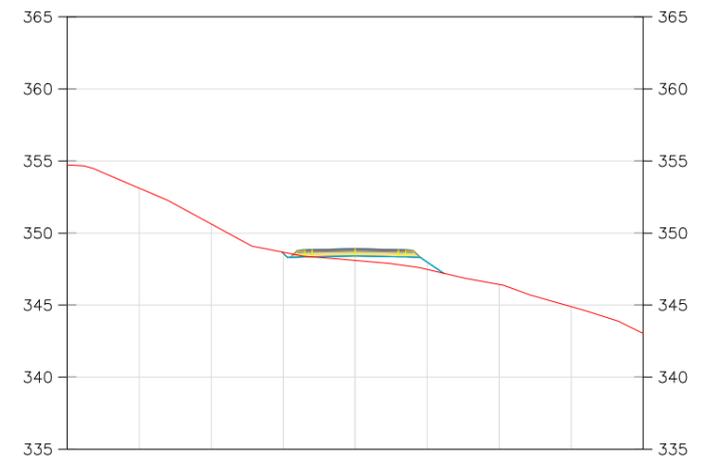
Nº DE PLANO: 6  
Hoja 1 de 3



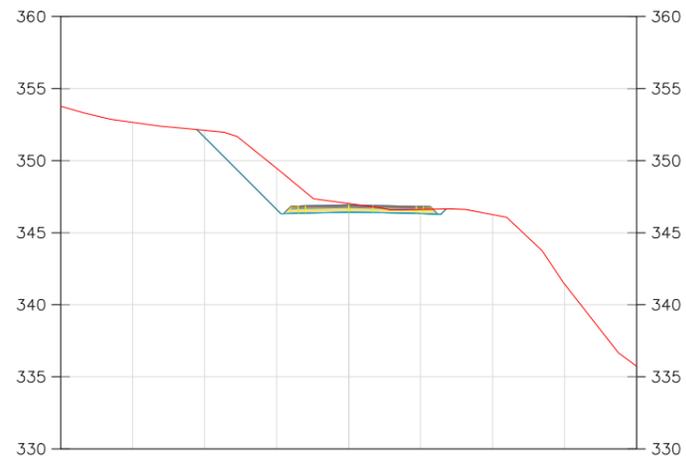
P.K. 0+120



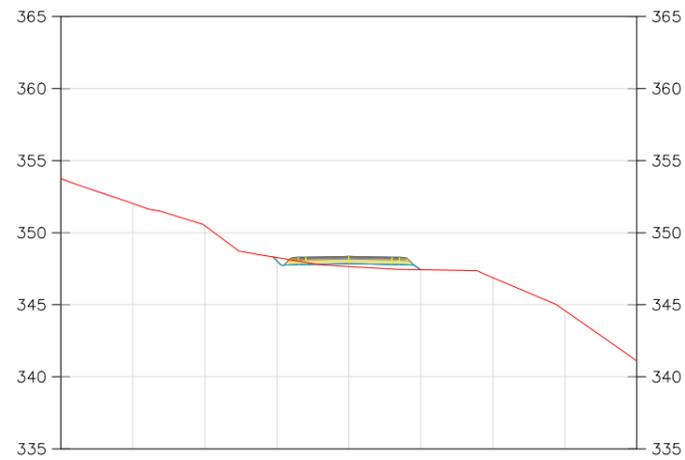
P.K. 0+160



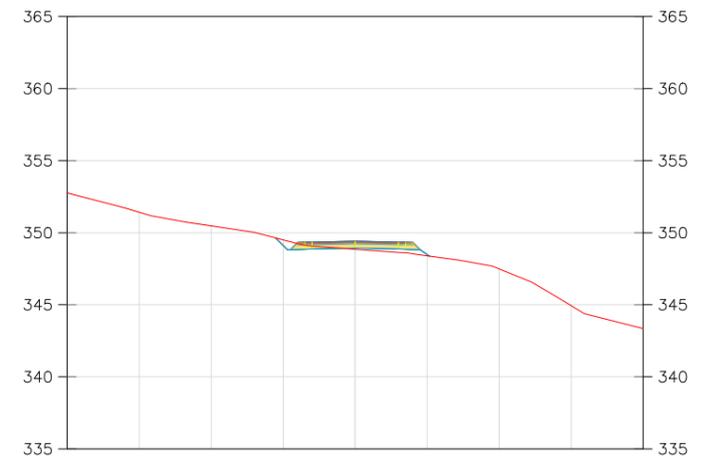
P.K. 0+200



P.K. 0+140



P.K. 0+180



P.K. 0+220

TITULACIÓN:  
Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.  
Universidad Politécnica de Valencia.

AUTOR DEL PROYECTO:  
  
Fdo: Marcos Carrera Castelló

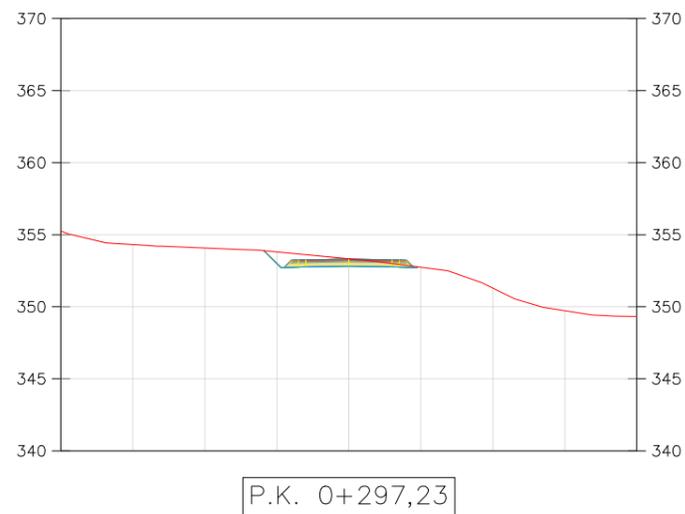
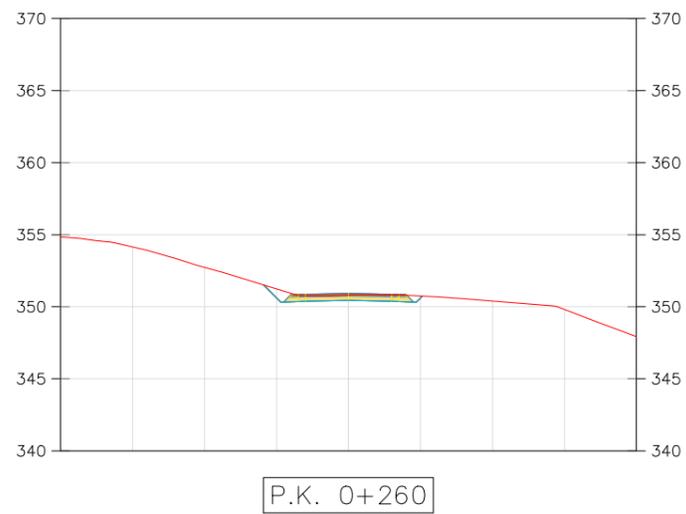
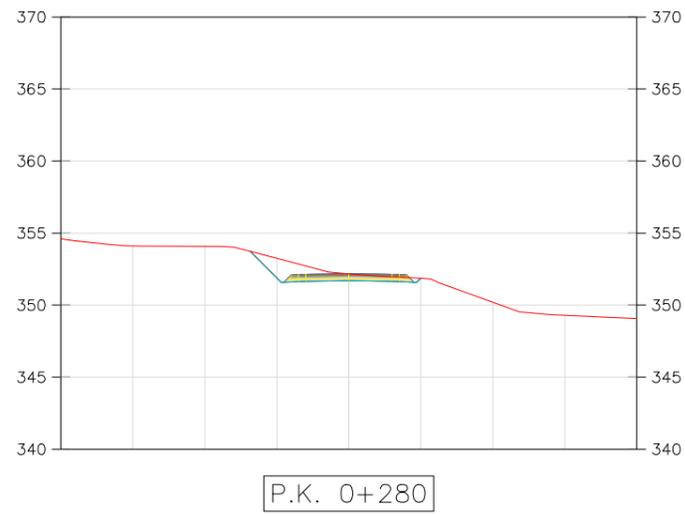
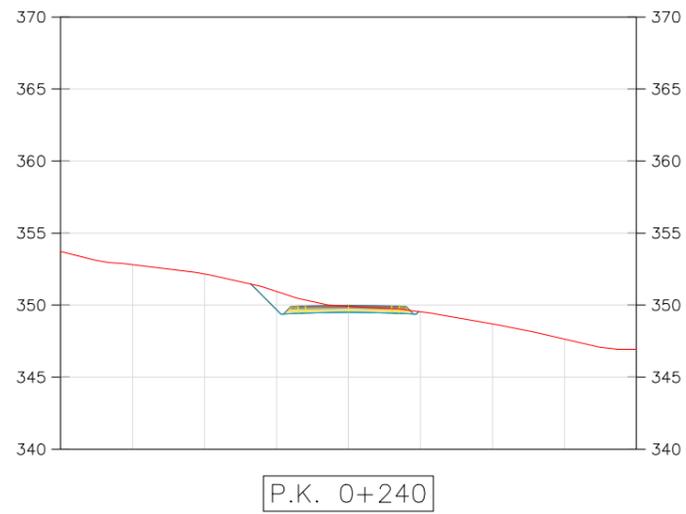
FECHA:  
Septiembre 2021

TITULO DEL PROYECTO:  
Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón

TITULO DEL PLANO:  
PERFILES TRANSVERSALES

ESCALA:  
1:200

Nº DE PLANO: 6  
Hoja 2 de 3



TITULACIÓN:  
 Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.  
 Universidad Politécnica de Valencia.

AUTOR DEL PROYECTO:  
  
 Fdo: Marcos Carrera Castelló

FECHA:  
 Septiembre 2021

TITULO DEL PROYECTO:  
 Estudio de soluciones para la mejora de la  
 seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta  
 de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón

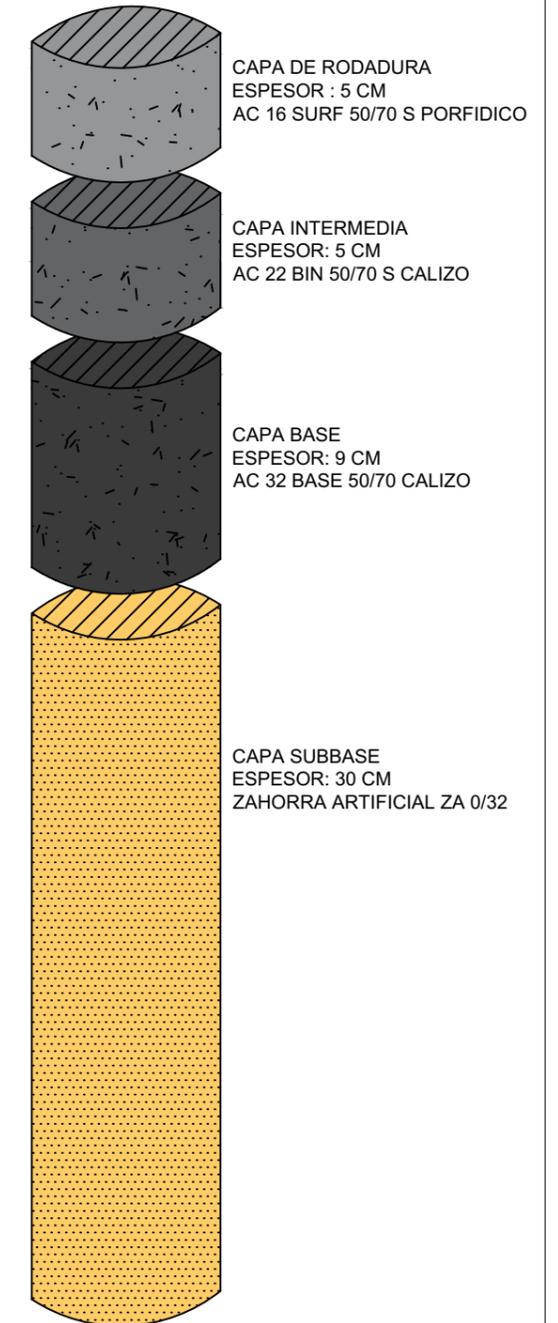
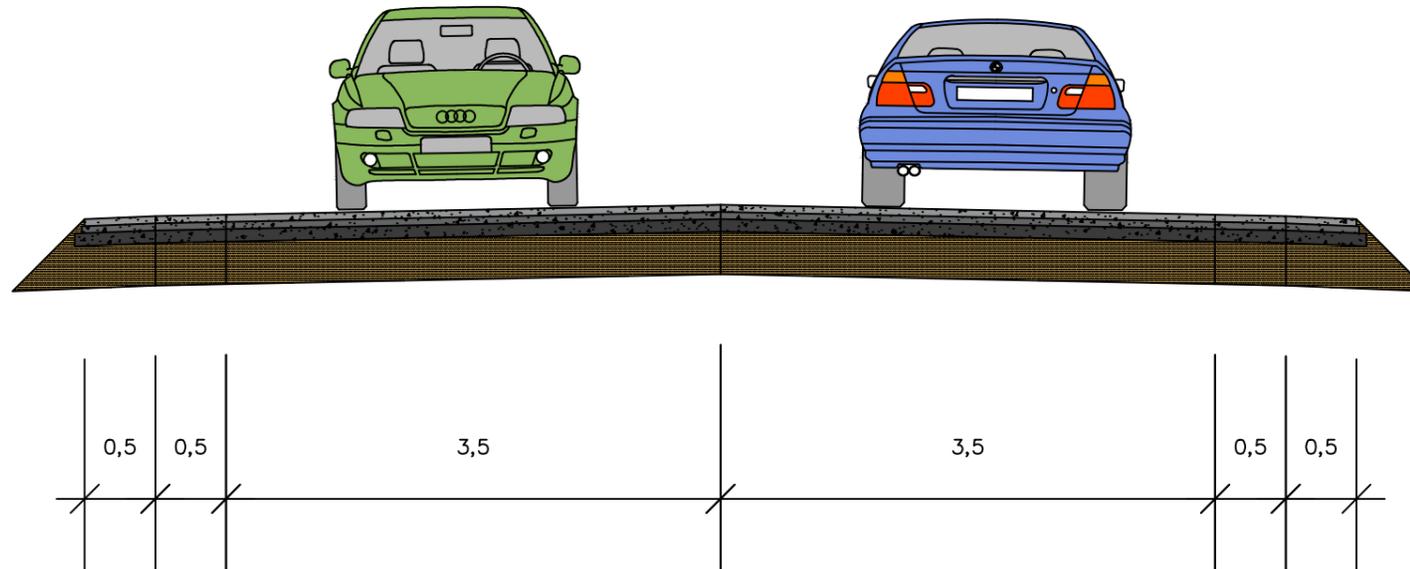
TITULO DEL PLANO:  
 PERFILES TRANSVERSALES

ESCALA:  
 1:200

Nº DE PLANO: 6  
 Hoja 3 de 3

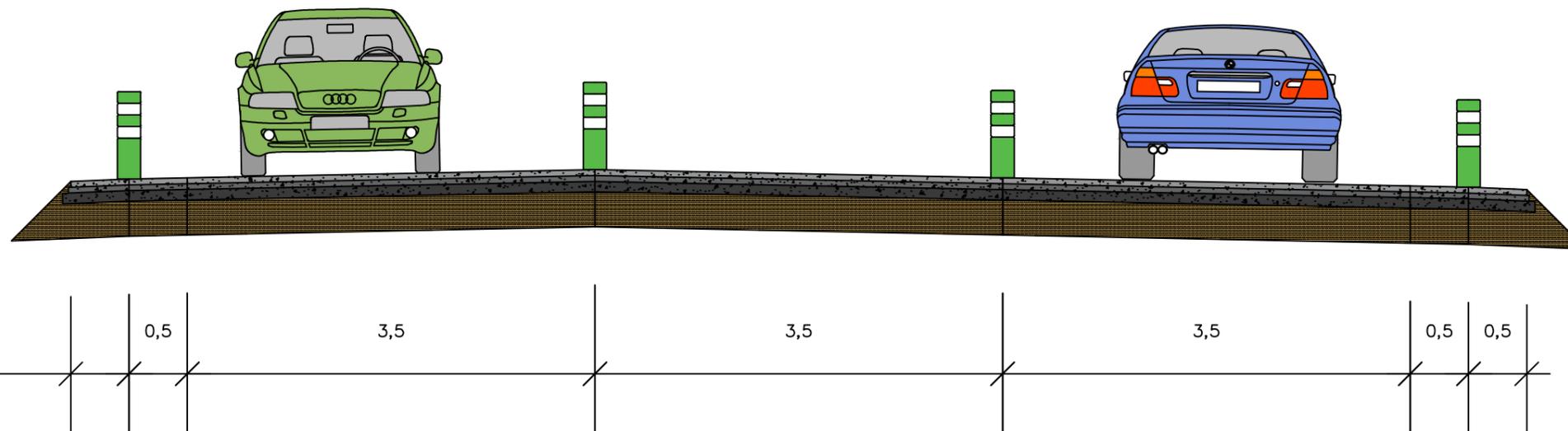
**SECCIÓN TIPO:**

- P.K. 0+000 - P.K. 0+090,38
- P.K. 0+149,78 - P.K. 0+297,23



**SECCIÓN TIPO:**

P.K. 0+090,38 - P.K. 0+297,23



TITULACIÓN: Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia.	AUTOR DEL PROYECTO:  Fdo: Marcos Carrera Castelló	FECHA: Septiembre 2021	TITULO DEL PROYECTO: Estudio de soluciones para la mejora de la seguridad vial de la carretera CV-190 en la puerta de entrada a Figueroles, Provincia de Castellón	TITULO DEL PLANO: SECCIONES TIPO	ESCALA: 1:50	Nº DE PLANO: 7
						Hoja 1 de 1