



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos

Anteproyecto de trazado de la nueva conexión viaria de la  
carretera CV-60 con las carreteras CV-610 y CV-611 a su  
paso por los términos municipales de Llutxent,  
Quatretonda, Benigànim y La Pobla del Duc (Valencia)

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos  
(Acceso desde Grado I. de Obras Públicas)

AUTOR/A: Tomás Blázquez, Pedro José

Tutor/a: López Porta, Evaristo Manuel

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# MEMORIA JUSTIFICATIVA



## MEMORIA JUSTIFICATIVA

### INDICE

<b>ANTECEDENTES Y OBJETO</b> .....	<b>3</b>	Drenaje transversal .....	17
<b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b> .....	<b>3</b>	Drenaje longitudinal .....	17
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>3</b>	Drenaje en glorietas .....	18
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....	3	Drenaje en puentes .....	18
INVENTARIO DE LA RED VIARIA .....	4	<b>SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS</b> .....	<b>18</b>
<b>ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO</b> .....	<b>4</b>	Señalización vertical .....	18
ESTACIONES DE AFORO .....	4	Señalización horizontal .....	19
EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO Y DATOS ACTUALES .....	4	Balizamiento .....	19
DATOS ESTIMADOS DE LA NUEVA CONEXIÓN VIARIA Y PROGNOSIS DEL TRÁFICO .....	5	Defensas .....	20
CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO DE LA NUEVA CONEXIÓN .....	6	<b>EXPROPIACIONES</b> .....	<b>21</b>
NIVEL DE SERVICIO .....	6	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b> .....	<b>21</b>
CAPACIDAD .....	7	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	<b>21</b>
<b>ESTUDIO DE SOLUCIONES Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA</b> .....	<b>7</b>	<b>PLAN DE OBRA</b> .....	<b>22</b>
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....	7	MEDICIÓN DE ACTIVIDADES .....	22
DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS .....	8	RENDIMIENTO .....	22
CRITERIOS DE EVALUACIÓN .....	8	DURACIÓN DE ACTIVIDADES .....	23
EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE PONDERACIÓN LINEAL .....	8	DIAGRAMA DE GANTT .....	24
CONCLUSIÓN .....	9	<b>VALORACIÓN ECONÓMICA</b> .....	<b>24</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES CONTEMPLADAS</b> .....	<b>9</b>	<b>DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO</b> .....	<b>24</b>
DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME .....	9	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>26</b>
Explanada .....	10		
Sección de firme en tronco de carretera .....	10		
Arcenes .....	11		
Dimensionamiento del firme en estructuras .....	11		
Resumen de la sección tipo propuesta .....	11		
TRAZADO GEOMÉTRICO .....	12		
Trazado en planta .....	12		
Trazado en alzado .....	12		
Coordinación planta-alzado .....	13		
Sección transversal .....	13		
MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	15		
HIDROLOGÍA Y DRENAJE .....	16		
Método racional .....	16		

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. País, Comunidad Autónoma y Provincia de localización de la actuación .....	3
Imagen 2. Entorno de la actuación.....	3
Imagen 3. Categorías de tráfico pesado (Fuente: Norma 6.1.-IC. Secciones de firme).....	6
Imagen 4. Formación de explanadas en función de su categoría y el tipo de suelo (Fuente: Instrucción 6.1-IC) .....	10
Imagen 5. Formación de paquete de firme en función de categoría de explanada y categoría de tráfico pesado (Fuente: Instrucción 6.1-IC).....	11
Imagen 6. Opciones de paquete de firme a disponer (Fuente: Instrucción 6.1-IC).....	11
Imagen 7. Detalle tipo del drenaje de glorietas (Fuente: Instrucción 5.2 I.C. Drenaje Superficial) ...	18
Imagen 8. Resumen del diagrama de Gantt de la actuación (Fuente: Elaboración propia) .....	24

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Evolución del tráfico en la CV-60 entre los años 2017 y 2022. (Fuente: Elaboración propia) .....	4
Tabla 2: Evolución del tráfico en la CV-610 entre los años 2017 y 2022. (Fuente: Elaboración propia) .....	5
Tabla 3: Evolución del tráfico en la CV-620 entre los años 2017 y 2022. Fuente: Elaboración propia. ....	5
Tabla 4: Estimación de la evolución del tráfico en la CV-611 entre los años 2017 y 2022. (Fuente: Elaboración propia).....	5
Tabla 5: Características del tráfico de la nueva conexión para el año 2022. (Fuente: Elaboración propia) .....	5
Tabla 6. Porcentaje de incremento anual de tráfico pesado (Fuente: Orden FOM/3317/2010) .....	6
Tabla 7. Años e IMD necesarios para el paso de un Nivel de Servicio a otro para las distintas alineaciones. (Fuente: Elaboración propia).....	7
Tabla 8. Criterios y subcriterios considerados para el Método de Ponderación Lineal (Fuente: Elaboración propia).....	8
Tabla 9. Pesos parciales y globales de criterios y subcriterios (Fuente: Elaboración propia) .....	8
Tabla 10. Puntuaciones de la mejor opción (1) y peor opción (0) para cada subcriterio (Fuente: Elaboración propia).....	9
Tabla 11. Puntuaciones de cada alternativa para cada subcriterio (Fuente: Elaboración propia).....	9
Tabla 12. Puntuaciones globales de las alternativas (Fuente: Elaboración propia).....	9
Tabla 13. Estado de alineaciones en planta de la Alineación 1 (Fuente: Elaboración propia) .....	12
Tabla 14. Estado de alineaciones en alzado de la Alineación 1 (Fuente: Elaboración propia) .....	13

Tabla 15. Velocidades de operación medias para cada alternativa y sentido (Fuente: Elaboración propia).....	14
Tabla 16. Umbrales de consistencia (Fuente: Modelo Camacho-Torregrosa 2015).....	14
Tabla 17. Clasificación de la consistencia en base al Modelo Camacho-Torregrosa 2015 (Fuente: Elaboración propia) .....	14
Tabla 18. Estimación de número de accidentes en 10 años en base al Modelo Camacho-Torregrosa 2015 (Fuente: Elaboración propia) .....	15
Tabla 19. Resumen de movimiento de tierras (Fuente: Elaboración propia).....	15
Tabla 20. Balance de tierras (Fuente: Elaboración propia) .....	16
Tabla 24. Tipología de marcas viales empleadas (Fuente: Elaboración propia) .....	19
Tabla 25. Ubicación de los elementos de contención (Fuente: Elaboración propia) .....	21
Tabla 26. Características y costes de expropiación (Fuente: Elaboración propia) .....	21
Tabla 27. Coeficiente de inclemencias meteorológicas (CIM) para cada actividad (Fuente: Elaboración propia) .....	22
Tabla 28. Duraciones de las principales actividades (Fuente: Elaboración propia).....	23
Tabla 29. Relación de equipos a utilizar durante la ejecución de la variante (Fuente: Elaboración propia).....	23
Tabla 30. Resumen de la valoración económica del trabajo (Fuente: Elaboración propia) .....	24

## ANTECEDENTES Y OBJETO

Se redacta el presente “Anteproyecto de trazado de la nueva conexión viaria de la carretera CV-60 con las carreteras CV-610 y CV-611 a su paso por los términos municipales de Llutxent, Quatretonda, Benigànim y La Pobla del Duc (Valencia)” con el fin de examinar la problemática de la vía y encontrar la opción idónea para mitigar o eliminar los inconvenientes presentes, valorando las distintas opciones y justificando técnica, administrativa y económicamente.

Para ello, se estudiarán diversos parámetros y condicionantes, siendo algunos de ellos: las características geométricas del trazado en planta y alzado, sección transversal, velocidad de la vía, su consistencia y el tráfico que circula por ésta. A partir de este análisis se propondrán diferentes alternativas de trazado, y mediante criterios justificados se seleccionará una de las alternativas para disponer un nuevo trazado.

De las infraestructuras en estudio, la CV-60 y la CV-610 pertenecen a la Conselleria d’Habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori de la Generalitat Valenciana, mientras que la CV-611 pertenece a la Diputació de València.

Este trabajo tiene como objetivo la obtención del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

## SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Los municipios que se van a ver afectados directamente por la conexión son Llutxent, Quatretonda, Benigànim y La Pobla del Duc.

Estos municipios, que se encuentran situados en la comarca del Valle de Albaida, al sur de la provincia de Valencia, suman una extensión de 137,99 km<sup>2</sup> y una población de 12822 habitantes en el año 2020. La comarca del Valle de Albaida suma 724,10 km<sup>2</sup> y 87349 habitantes.

A continuación, se puede observar la localización del tramo donde se va a llevar a cabo la nueva conexión. Se encuentra en España, en la provincia de Valencia (Comunidad Valenciana).



Imagen 1. País, Comunidad Autónoma y Provincia de localización de la actuación

En la imagen inferior puede observarse la relación de distancias que guardan entre sí los municipios objeto del presente trabajo, además de poder localizarse respecto a los municipios de su entorno.

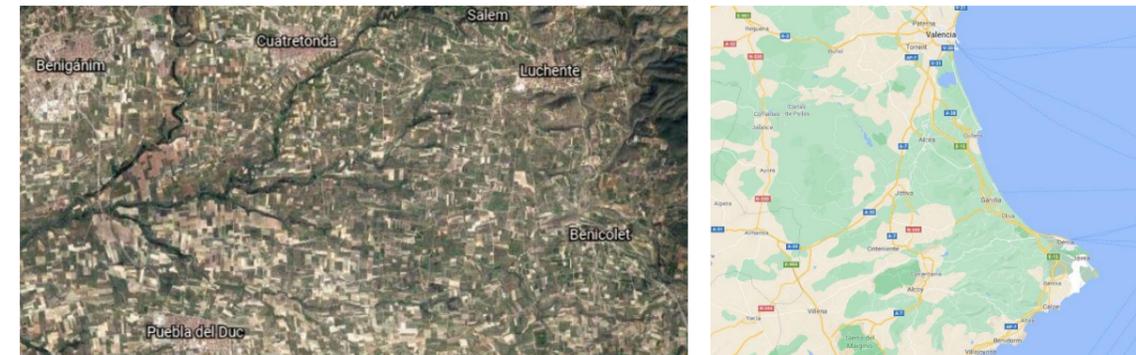


Imagen 2. Entorno de la actuación

## SITUACIÓN ACTUAL

### GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Tal y como se indica en el Anejo 1, el ámbito de la obra se sitúa en la Hoja 795/29-31 (Xàtiva) del Mapa Geológico de España. Tal y como se justifica en el anejo mencionado, se tiene los materiales que se encuentran en la zona de la actuación corresponden a suelos adecuados o seleccionados, en función de su granulometría.

## INVENTARIO DE LA RED VIARIA

Los términos municipales de la zona ámbito de estudio son atravesados por diversas carreteras debido a su enclave geográfico. Dichas carreteras son:

- CV-60: carretera perteneciente a la Red autonómica de la Comunidad Valenciana, que comunica los municipios de Gandía y Oliva con Ollería en su enlace con la A-7
- CV-610: carretera convencional que une la CV-60 con la ciudad de Xàtiva, atravesando los municipios de Genovés, Benicolet, Luchente, Quatretonda
- CV-611: carretera convencional de unión de la CV-610 con la CV-60. Atraviesa los municipios de Pobla del Duc y Benigànim.

Además de las vías que atraviesan el entorno de la actuación, existen otras vías de comunicación que, por su importancia, merecen ser comentadas. Estas son:

- A-7: También llamada Autovía del Mediterráneo, pues recorre toda la costa mediterránea de España, conectando Barcelona y Algeciras. Pertenece a la Red de Carreteras del Estado y es competencia del MITMA. Respecto al ámbito de actuación, discurre por el sur y el oeste del mismo, a una distancia aproximada de 10 km.
- A-35: Es una autovía cuya titularidad pertenece a la red de carreteras del Estado. Une las autovías A-7 y A-31, y tiene una longitud inferior a 50 km. Discurre al oeste de la actuación.

## ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO

Para estudiar el tráfico en estos dos tramos se han considerado los datos procedentes de la web del Instituto Cartográfico de Valencia (ICV) de la Generalitat Valenciana.

El análisis realizado corresponde a datos de los años 2017-2022 en las carreteras CV-60, CV-610 y CV-620. Dichas vías perimetran el ámbito de actuación y, al ser el objeto del presente anteproyecto una carretera de nueva construcción, sus datos serán tomados como referencia para la prognosis del tráfico en la nueva conexión viaria.

## ESTACIONES DE AFORO

Los datos de tráfico necesarios para proceder con el análisis se obtienen de estaciones de aforo situadas en la propia vía o en sus proximidades. Para el estudio del tráfico de la nueva conexión se ha optado por tomar las siguientes estaciones de aforo como referencia:

- En la CV-60: estación 060073-R, situada en el PK 7+300; estación 060095-R, situada en el PK 9+580; estación 060125-R, situada en el PK 12+600; estación 060168-R, situada en el PK 16+875.
- En la CV-610: estación 610015-R, situada en el PK 1+510; estación 610020-C, situada en el PK 6+920; estación 610025-C, situada en el PK 8+340; estación 610030-C, situada en el PK 13+900; estación 610040-R, situada en el PK 21+550.
- En la CV-620: estación 620005-R, situada en el PK 0+500; estación 620105-C, situada en el PK 9+000; estación 620129-R, situada en el PK 12+860.

## EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO Y DATOS ACTUALES

A continuación, se procede a análisis de los datos de las distintas carreteras (y a su vez, a las distintas estaciones de aforo) en el período anteriormente considerado, entre 2017 y 2022.

Todos los datos relacionados con el tráfico en las distintas estaciones para cada carretera se encuentran desarrollados en el anejo 2 del presente trabajo.

Para la determinación del tráfico en cada una de las carreteras se ha optado por realizar la media de las intensidades de cada una de las estaciones de aforo para los años estudiados. Se tienen los siguientes datos:

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
IMD	9769	9629	9715	7476	9059	9515
% pesados	10,58%	10,65%	9,83%	11,10%	13,17%	10,15%
IMDpesados	1033	1025	954	830	1193	966
IMDligeros	8736	8604	8761	6646	7866	8549

Tabla 1: Evolución del tráfico en la CV-60 entre los años 2017 y 2022. (Fuente: Elaboración propia)

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
IMD	4334	4109	4218	3690	4837	4697
% pesados	6,20%	4,40%	3,75%	3,90%	5,00%	5,05%
IMDpesados	269	181	158	144	242	237
IMDligeros	4065	3928	4060	3546	4595	4460

Tabla 2: Evolución del tráfico en la CV-610 entre los años 2017 y 2022. (Fuente: Elaboración propia)

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
IMD	2664	2617	2876	2422	2986	2935
% pesados	4,80%	3,25%	3,70%	3,20%	1,10%	3,50%
IMDpesados	128	85	106	78	33	103
IMDligeros	2536	2532	2770	2344	2953	2832

Tabla 3: Evolución del tráfico en la CV-620 entre los años 2017 y 2022. Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que no se dispongan datos de estaciones de aforo relativos a la CV-611, sí que puede hacerse una estimación. Como puede observarse en los apéndices del anejo 2, entre el tramo de la CV-610 comprendido entre los PK 4+430 y PK 7+980, y el tramo comprendido entre los PK 7+980 y PK 11+890, se produce una diferencia en las IMD. Esto se debe a que, en ese punto entre tramos (el PK 7+980 de la CV-610), hay una intersección que une la CV-610 y la CV-611. Por tanto, la diferencia de intensidad de vehículos entre esos tramos contiguos de la CV-610, es la IMD del tramo de la CV-611.

Para la estimación de la IMD de la CV-611, se procederá a calcular la diferencia entre las IMD que marcan las estaciones 610020-Est y 610025-C entre los años 2017 y 2022.

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
IMD	3011	2874	3036	2303	3330	3556
% pesados	Sin datos					
IMDpesados	-	-	-	-	-	-
IMDligeros	-	-	-	-	-	-

Tabla 4: Estimación de la evolución del tráfico en la CV-611 entre los años 2017 y 2022. (Fuente: Elaboración propia)

## DATOS ESTIMADOS DE LA NUEVA CONEXIÓN VIARIA Y PROGNOSIS DEL TRÁFICO

Dado que se trata de una carretera de nueva construcción, se desconoce la intensidad de tráfico que ésta presentará. Por tanto, en base a los datos recogidos en las tablas anteriores de las carreteras actuales CV-60, CV-610 y CV-620, se estimará una IMD ponderada para la nueva conexión.

Dado el trazado y las características geométricas de la nueva conexión, parece razonable asumir que absorberá una intensidad elevada de tráfico de la CV-611, una intensidad significativa de las CV-610 y CV-620, y una intensidad media/baja de la CV-60.

Las distribuciones estimadas para la absorción de intensidades de tráfico por parte de la nueva conexión viaria son:

- 10% de la IMD de CV-60
- 40% de la IMD de CV-610
- 60% de la IMD de CV-611
- 20% de la IMD de CV-620

Una vez se tienen la estimación de absorción del tráfico de la nueva conexión, se puede obtener la IMD de la carretera para el año 2022, que se considerará como la IMD actual, puesto que es el año del que se tienen los últimos datos.

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
IMD	5050	4854	5056	4090	5436	5551
% pesados	4,69%	3,96%	3,56%	3,81%	4,10%	3,82%
IMDpesados	237	192	180	156	223	212
IMDligeros	4813	4662	4876	3934	5213	5339

Tabla 5: Características del tráfico de la nueva conexión para el año 2022. (Fuente: Elaboración propia)

Para el cálculo de la IMD en el año de puesta en servicio y en el año horizonte se debe aplicar un incremento anual acumulativo a la IMD actual de la vía (se consideran los datos del año 2022 como los actuales), este incremento se puede consultar en la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, en el Anexo II.

Para ello se aplica la siguiente formulación:

$IMD_f = IMD * (1 + p)^n$ , donde:

- $IMD_f$  = Intensidad Media Diaria de vehículos en el año futuro (buscado)
- $IMD$  = Intensidad Media Diaria de vehículos en el año actual
- $p$  = Incremento anual acumulativo
- $n$  = Intervalo de años entre el año de puesta en servicio y el año actual

Período	Incremento anual acumutivo
2010-2012	1,08%
2013-2016	1,12%
2017 en adelante	1,44%

Tabla 6. Porcentaje de incremento anual de tráfico pesado (Fuente: Orden FOM/3317/2010)

El año de puesta en servicio de la conexión es el 2025, como puede comprobarse en el anejo 10. El año horizonte de una carretera es aquel en el que la infraestructura debe mantener sus características y cumplir los objetivos para los que fue proyectada, en el caso de la vía en estudio se estima en 20 años después de la puesta en servicio, es decir, el año 2045.

Los cálculos, en base a lo indicado anteriormente, de la prognosis del tráfico para los años de puesta en servicio y horizonte para la nueva conexión viaria se muestran a continuación:

1. IMD año de puesta en servicio (2025)

$$\text{IMDf} = \text{IMD} * (1 + p) * n = 5551 * (1 + 0,0144) ^ (2025-2021) = 5794 \text{ vehículos/día}$$

$$\text{IMDfp} = \text{IMD} * (1 + p) * n = 212 * (1 + 0,0144) ^ (2025-2021) = 221 \text{ vehículos pesados/día}$$

$$\% \text{ Pesados año de puesta en servicio} = 3,81 \%$$

2. IMD año horizonte (2045)

$$\text{IMDf} = \text{IMD} * (1 + p) * n = 5794 * (1 + 0,0144) ^ (2045-2025) = 7712 \text{ vehículos/día}$$

$$\text{IMDfp} = \text{IMD} * (1 + p) * n = 221 * (1 + 0,0144) ^ (2045-2025) = 294 \text{ vehículos pesados/día}$$

$$\% \text{ Pesados año horizonte} = 3,81 \%$$

### CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO DE LA NUEVA CONEXIÓN

Para llevar a cabo la categorización del tráfico, es necesario conocer la IMD de vehículos pesados el año de puesta en servicio de la vía, y en función de cual es ésta para cada uno de los carriles, la normativa vigente 6.1-IC establece ocho categorías de tráfico pesado.

El valor de la IMD en el año de puesta en servicio ha sido expuesto en el apartado anterior. Se tiene por, por tanto, una  $\text{IMDp} = 221$  vehículos pesados/día.

Al tratarse de una vía convencional de dos carriles con dos sentidos de circulación se establece que la IMD de pesados en cada carril tiene un valor del 50 % en cada uno de los carriles, por tanto,  $\text{IMDp}$  (por carril) = 111 vehículos pesados/día

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	$\geq 4\ 000$	$< 4\ 000$ $\geq 2\ 000$	$< 2\ 000$ $\geq 800$	$< 800$ $\geq 200$

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	$< 200$ $\geq 100$	$< 100$ $\geq 50$	$< 50$ $\geq 25$	$< 25$

Imagen 3. Categorías de tráfico pesado (Fuente: Norma 6.1.-IC. Secciones de firme)

Por lo tanto, se establece que, para el año de puesta en servicio de la vía, teniendo en cuenta el crecimiento anual del tráfico comentado previamente, la categoría de tráfico pesado será T31.

### NIVEL DE SERVICIO

El nivel de servicio de una carretera es la valoración de la calidad de la circulación por parte de los usuarios, en base a parámetros como la fluidez, la comodidad o la seguridad.

El manual "Highway Capacity Manual 2016" (HCM 2016) realiza una clasificación en cuanto al nivel de servicio, y establece 6 tipos diferentes de circulación:

- A: circulación fluida
- B: estable a alta velocidad
- C: circulación estable
- D: casi inestable
- E: inestable
- F: forzada

Al encontrarnos en una carretera C-70 el nivel de servicio mínimo exigido según el HCM 2016 es el nivel de servicio D, el cual se caracteriza por una circulación casi inestable.

Los cálculos para la obtención de los niveles de servicio en cada una de las alineaciones de la conexión se reflejan en el anejo 2 del presente trabajo. A modo de resumen, se muestra en la siguiente tabla las intensidades medias diarias (IMD) máximas para cada nivel de servicio, en base a

las fórmulas del anejo 2 y los criterios establecidos en el Highway Capacity Manual 2016. También se indican los años en los que la carretera pasaría de un Nivel de Servicio a otro:

Nivel de servicio	ALINEACIÓN 1		ALINEACIÓN 2		ALINEACIÓN 3		ALINEACIÓN 4	
	Año en que se alcanza	IMD máxima	Año en que se alcanza	IMD máxima	Año en que se alcanza	IMD máxima	Año en que se alcanza	IMD máxima
A	-	4198	-	4556	-	4167	-	4326
B	2025	6132	2025	6630	2025	6090	2025	6307
C	2029	9104	2035	10051	2029	9025	2031	9440
D	2059	14231	2064	15259	2057	14138	2060	14611
E	2088	-	2093	-	2088	-	2090	-

Tabla 7. Años e IMD necesarios para el paso de un Nivel de Servicio a otro para las distintas alineaciones. (Fuente: Elaboración propia)

## CAPACIDAD

La capacidad de una carretera es la máxima intensidad que puede atravesar una sección dada de vía o absorber un determinado elemento viario, durante un período de quince minutos, en unas condiciones determinadas de la propia vía y del tráfico correspondiente, expresada en vehículos/hora.

Depende de los siguientes factores:

- Geometría de la carretera
- Demanda de tráfico

La capacidad de la carretera se obtiene mediante el Highway Manual Capacity 2016. Los cálculos para la obtención de los niveles de servicio en cada una de las alineaciones de la conexión se reflejan en el anejo 2 del presente trabajo. De dichos cálculos se tiene que el año en que la capacidad de la carretera se ve superada es el año 2137.

## ESTUDIO DE SOLUCIONES Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El objetivo de este apartado es exponer el conjunto de alternativas que se han barajado durante el estudio de campo y la redacción de este proyecto, en lo referente a los diferentes aspectos que conciernen al proyecto.

Para llevar a cabo la elección de la solución óptima, primeramente, se ha estudiado la situación actual de las vías presentes en el estudio de la actuación, los objetivos que se quieren cumplir con el proyecto y las alternativas de diseño con sus ventajas y desventajas.

Los objetivos perseguidos en esta actuación se centran en los siguientes puntos:

- Integración en el medio urbano.
- Aumento de la seguridad vial.
- Mejora de la funcionalidad de la red viaria en el entorno de la actuación.
- Disminución de intensidad viaria en núcleos urbanos.
- Reducción de contaminación acústica en entornos urbanos.

## PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

Son varios los objetivos perseguidos por la construcción y mejora de la infraestructura expuesta y cada solución planteada presenta un grado de satisfacción distinto. Por tanto, es preciso recurrir a técnicas de análisis multicriterio para argumentar la selección de la alternativa más idónea.

La metodología para la realización del proceso de análisis multicriterio es el Método de Ponderación Lineal. Se trata de una técnica utilizada en el análisis de alternativas que permite asignar pesos a diferentes criterios y comparar las opciones en función de esos pesos. Los pasos principales de este método son:

- Identificación de criterios: Se escogen una serie de criterios relevantes y representativos de las alternativas. A su vez, esos criterios pueden estar compuestos por diferentes subcriterios que permitan analizar ese criterio desde un punto de vista más amplio.
- Asignación de pesos: Se le asigna un orden de prioridad a los criterios. Mediante una fórmula matemática basada en ese orden de prioridad se obtienen unos pesos para los distintos criterios. Una vez se realiza esto, dentro de cada criterio se efectúa el mismo procedimiento para asignar pesos a cada uno de los subcriterios. Los pesos de los criterios deben sumar 1 o 100% y, a su vez, los pesos de los subcriterios deben sumar también 1 dentro de cada criterio.
- Normalización de valores y características: Para cada subcriterio se define qué valores son favorables (a veces es el menor valor de un subcriterio y otras veces será mejor cuanto mayor sea el valor). Una vez hecha esta distinción se procede a calcular, para cada subcriterio, el valor máximo, mínimo y recorrido (diferencia entre máximo y mínimo) de cada uno de ellos. Posteriormente, se asigna un valor de 0 (peor opción a la peor

alternativa, un 1 (a la mejor), y la alternativa restante obtiene su puntuación mediante una fórmula matemática que normaliza dicha puntuación entre 0 y 1, en base a lo cercana que esté del mejor o peor valor.

- Ponderación lineal: Se multiplican las puntuaciones de cada subcriterio por el peso que tiene dicho subcriterio, obteniéndose su puntuación.
- Puntuación total: Se calcula la puntuación total de cada alternativa sumando los productos obtenidos en el paso anterior. La alternativa con la puntuación total más alta será considerada la más favorable según este método.

### DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

La definición de alternativas se ha realizado sin tener en cuenta las intersecciones que habría que disponer para asegurar la continuidad viaria de la nueva conexión con la red existente. Este aspecto se desarrollará en la alternativa escogida tras este proceso. La definición de las alternativas, así como su ubicación en el territorio y sus respectivas valoraciones económicas se encuentran en el anejo 3 del presente trabajo, así como en sus apéndices.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La elección de la solución óptima se llevará a cabo mediante el Método de Ponderación Lineal. Los criterios que se establecen coinciden principalmente con los objetivos que se pretenden alcanzar y son los siguientes:

- Criterio de diseño (C1): Se evaluarán las principales características geométricas de las distintas unidades que componen la alternativa (Longitud, radios mínimos, nº de curvas, nº glorietas, nº de alineaciones, etc.).
- Criterio de seguridad vial (C2): Se buscará en todo momento la mejora de la funcionalidad de cara al usuario.
- Coste económico (C3)
- Criterio territorial (C4): Se pretende obtener una alternativa que permita un mejor desarrollo territorial del área por la que transcurre. Se tendrá en cuenta el impacto de cada alternativa sobre los desplazamientos y tiempos de recorrido entre las diferentes poblaciones de la zona y puntos singulares. Estos puntos singulares serán las conexiones

de CV-610 con CV-611 (de ahora en adelante, "punto norte"), CV-610 con CV-60 ("punto sureste"), y CV-611 con CV-60 ("punto suroeste").

### EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE PONDERACIÓN LINEAL

Como se ha comentado al inicio del presente apartado, y una vez definidos los criterios a tener en cuenta para obtener la solución a desarrollar, se debe establecer un orden de prioridad y se deben descomponer en subcriterios que, a su vez, deben tener un orden de prioridad dentro del criterio.

Todos los cálculos que justifican las tablas que se muestran a continuación se encuentran desglosados en el anejo 3 del presente trabajo. En la siguiente tabla se muestra un resumen de los criterios y subcriterios considerados, así como sus prioridades:

Criterio	Prioridad	Subcriterios	Prioridad
Criterio de diseño (C1)	4	Número de glorietas	2
		Aprovechamiento de tierras	1
Criterio de seguridad vial (C2)	2	Visibilidad de parada	1
		Visibilidad de cruce	3
		Visibilidad de adelantamiento	2
Criterio económico (C3)	1	Coste total	1
		Coste por kilómetro	2
Criterio territorial (C4)	3	Distancia ahorrada	2
		Tiempo ahorrado	1

Tabla 8. Criterios y subcriterios considerados para el Método de Ponderación Lineal (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se procede a calcular, el peso de cada uno de los criterios y, de manera análoga, se calculan los pesos de los subcriterios. Tras estos cálculos se obtienen los siguientes pesos globales de los distintos subcriterios:

Criterio	Peso global	Subcriterios	Peso dentro del criterio	Peso global
Criterio de diseño (C1)	12,00%	Número de glorietas	33,33%	4,00%
		Aprovechamiento de tierras	66,67%	8,00%
Criterio de seguridad vial (C2)	24,00%	Visibilidad de parada	54,55%	13,09%
		Visibilidad de cruce	18,18%	4,36%
		Visibilidad de adelantamiento	27,27%	6,54%
Criterio económico (C3)	48,00%	Coste total	33,33%	16,00%
		Coste por kilómetro	66,67%	32,00%
Criterio territorial (C4)	16,00%	Distancia ahorrada	33,33%	5,33%
		Tiempo ahorrado	66,67%	10,67%

Tabla 9. Pesos parciales y globales de criterios y subcriterios (Fuente: Elaboración propia)

El siguiente paso consiste en normalizar las características de los distintos subcriterios. Se calcula, para cada subcriterio, el valor máximo, mínimo y recorrido (diferencia entre máximo y mínimo) de

cada uno de ellos. Posteriormente, se asigna un valor de 0 (peor opción a la peor alternativa, un 1 (a la mejor), y la alternativa restante obtiene su puntuación mediante una fórmula matemática que normaliza dicha puntuación entre 0 y 1, en base a lo cercana que esté del mejor o peor valor. En la siguiente tabla se muestran las puntuaciones mayor y menor para cada subcriterio

Subcriterios	Característica	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Valor	Puntuación	Valor	Puntuación	Valor	Puntuación
Número de glorietas	Número total	4		3	1	5	0
Aprovechamiento tierras	% Aprov tierras	99,00%		100,00%	0	38,00%	0
Visibilidad parada	% Visibilidad	96,67%	1	95,50%		59,65%	0
Visibilidad cruce	% Visibilidad	61,74%	1	58,59%		10,34%	0
Visibilidad adelantamiento	% Visibilidad	83,33%		91,08%	1	38,54%	0
Coste total	Euros totales	28530016	0	20454388	1	23235708	
Coste por kilómetro	Euros por km	1668,72		1913,06	0	1488,33	1
Distancia ahorrada	Kilómetros	-0,2		-5,58	0	11,44	1
Tiempo ahorrado	Minutos totales	30,47		12,98	0	33,05	1

Tabla 10. Puntuaciones de la mejor opción (1) y peor opción (0) para cada subcriterio (Fuente: Elaboración propia)

Para el cálculo de las puntuaciones restantes, se procede a normalizar los valores dentro del rango 0 y 1, mediante fórmulas. Dichos cálculos se recogen en el anejo 3. Las puntuaciones restantes obtenidas se añaden a la tabla anterior, quedando de la siguiente manera:

Subcriterios	Característica	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Valor	Puntuación	Valor	Puntuación	Valor	Puntuación
Número de glorietas	Número total	4	0,50	3	1	5	0
Aprovechamiento tierras	% Aprov tierras	99,00%	0,98	100,00%	0	38,00%	0
Visibilidad parada	% Visibilidad	96,67%	1	95,50%	0,97	59,65%	0
Visibilidad cruce	% Visibilidad	61,74%	1	58,59%	0,94	10,34%	0
Visibilidad adelantamiento	% Visibilidad	83,33%	0,85	91,08%	1	38,54%	0
Coste total	Euros totales	28530016	0	20454388	1	23235708	0,34
Coste por kilómetro	Euros por km	1668,72	0,42	1913,06	0	1488,33	1
Distancia ahorrada	Kilómetros	-0,2	0,32	-5,58	0	11,44	1
Tiempo ahorrado	Minutos totales	30,47	0,87	12,98	0	33,05	1

Tabla 11. Puntuaciones de cada alternativa para cada subcriterio (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente se procede al cálculo de la puntuación final, que consiste en multiplicar cada una de las puntuaciones de las alternativas en cada subcriterio, por el peso de éstos últimos sobre el global. Se tiene:

Subcriterios	Peso global	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Puntuación normalizada	Puntuación total	Valor	Puntuación	Valor	Puntuación
Número de glorietas	4,00%	0,50	0,02	1	0,04	0	0,00
Aprovechamiento tierras	8,00%	0,98	0,08	1	0,08	0	0,00
Visibilidad parada	13,09%	1	0	0,97	0	0	0
Visibilidad cruce	4,36%	1	0	0,94	0	0	0
Visibilidad adelantamiento	6,54%	0,85	0,06	1	0,07	0	0,00
Coste total	16,00%	0	0	1	0	0,34	0
Coste por kilómetro	32,00%	0,42	0,14	0	0,00	1	0,32
Distancia ahorrada	5,33%	0,32	0,02	0	0,00	1	0,05
Tiempo ahorrado	10,67%	0,87	0,09	0	0,00	1	0,11
<b>TOTAL</b>		<b>0,5748</b>		<b>TOTAL</b>	<b>0,5132</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0,5351</b>
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	

Tabla 12. Puntuaciones globales de las alternativas (Fuente: Elaboración propia)

## CONCLUSIÓN

A partir de todas las evaluaciones parciales realizadas ha sido posible obtener una solución final de manera que se vean satisfechos, en medida de lo posible, todos los criterios.

Por lo tanto, la alternativa que obtiene una mejor puntuación en el Método de Ponderación Lineal y, por tanto, aquella que introduce mayores mejoras a la problemática existente en el trazado de la carretera actual es la solución propuesta, Alternativa 1.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES CONTEMPLADAS

### DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME

En el presente apartado se pretende analizar, caracterizar y justificar la tipología de firme más apropiada para llevar a cabo las obras de la infraestructura objeto del anteproyecto.

El punto de partida del proceso de dimensionamiento del firme consiste en determinar la tipología de explanada que se puede conseguir, en función del terreno disponible en la traza de la carretera. Una vez determinada la explanada se procederá al cálculo del paquete de firme. Por último, se determinará la mezcla bituminosa y los riegos aplicables, con el fin de mejorar sus características.

El dimensionamiento del firme se realizará según lo dispuesto en la normativa de carreteras Norma 6.1-IC. Secciones de firme y el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3). y se tendrán en cuenta factores como la categoría del tráfico o el tipo de explanada

## Explanada

En virtud de lo dispuesto en la 6.1-IC, para categoría de tráfico pesado T31 podrá adoptarse cualquier categoría de explanada. Las distintas opciones que se nos plantean son:

- Explanada E1: El único requisito es la presencia de, al menos, una capa de 1 metro de espesor de suelo adecuado.
- Explanada E2:
  - o Opción 1: una capa de 55 cm de suelo seleccionado (tipo 2) sobre la capa de suelo adecuado de, al menos, 1 metro.
  - o Opción 2: una capa de 25 cm de suelo estabilizado 2 (S-EST2) sobre la capa de suelo adecuado de, al menos, 1 metro.
  - o Opción 3: capa de 35 cm de suelo seleccionado (tipo 3) sobre la capa de suelo adecuado de, al menos, 1 metro.
- Explanada E3: una capa de 30 cm de suelo estabilizado 3 (S-EST3) sobre la capa de suelo adecuado de, al menos, 1 metro.

Ante estas 5 opciones anteriores se ha decidido utilizar una explanada E2. Los motivos son los siguientes:

- En el aspecto económico, la categoría E1 es más ventajosa que la E2. Sin embargo, a la hora de la determinación del paquete de firmes, la elección de una E1 supondría disponer mayores espesores en las capas de mezclas bituminosas. Por ese motivo se decide por la opción E2 sobre E1.
- En cuanto a ejecución de la infraestructura, se considera una mejor opción la categoría E2 sobre la E3, a que la E3 supondría obligatoriamente trabajar con suelos estabilizados, lo que supondría mayores dificultades en la ejecución de los trabajos. Además, al tratarse de una categoría de tráfico pesado T31, la cual es considerada una categoría de poco tráfico pesado, no sería necesario recurrir a suelos estabilizados.

Por tanto, una vez escogida la categoría de explanada E2, quedarían 3 opciones para la disposición de explanada:

- Opción 1: una capa de 55 cm de suelo seleccionado (tipo 2) sobre la capa de suelo adecuado de, al menos, 1 metro.
- Opción 2: una capa de 25 cm de suelo estabilizado 2 (S-EST2) sobre la capa de suelo adecuado de, al menos, 1 metro.
- Opción 3: capa de 35 cm de suelo seleccionado (tipo 3) sobre la capa de suelo adecuado de, al menos, 1 metro.

Dentro de estas tres opciones se ha escogido la opción de los 55 cm de suelo seleccionado (tipo 2), por ser una solución más económica que el resto debido a que ese material es el que encontramos a lo largo de la traza de la carretera en las zonas de desmontes.

### Sección de firme en tronco de carretera

La siguiente tabla muestra las distintas posibilidades de secciones de firmes en función de la categoría de tráfico pesado y de la categoría de explanada.

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)					
		SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)			SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1 E <sub>12</sub> ≥ 60MPa	1 100 IN	S-EST1 30 1 50 IN	2 35 1 50 IN	1 60 0 S-EST1 25 0	2 45 0	min 100 1
	E2 E <sub>12</sub> ≥ 120MPa	2 100 IN	S-EST2 30 1 60 IN	3 40 1 60 IN	2 75 0 S-EST2 25 0	S-EST1 25 25 0	min 100 2 min 100 3
	E3 E <sub>12</sub> ≥ 300MPa	S-EST1 30 S-EST1 50 IN	S-EST3 30 2 50 IN	S-EST3 30 1 75 IN	S-EST3 30 2 30 0	S-EST3 30 1 50 0	S-EST3 30 2 S-EST3 25 3

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

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

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

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

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

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

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

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

HM-20 Hormigón (Art. 610 del PG-3)

tipo de material

espesor mínimo en cm

S-EST3 30

2

S-EST1 25

1

S-EST2 25

0

S-EST1 25

1

3

35

1

Imagen 4. Formación de explanadas en función de su categoría y el tipo de suelo (Fuente: Instrucción 6.1-IC)

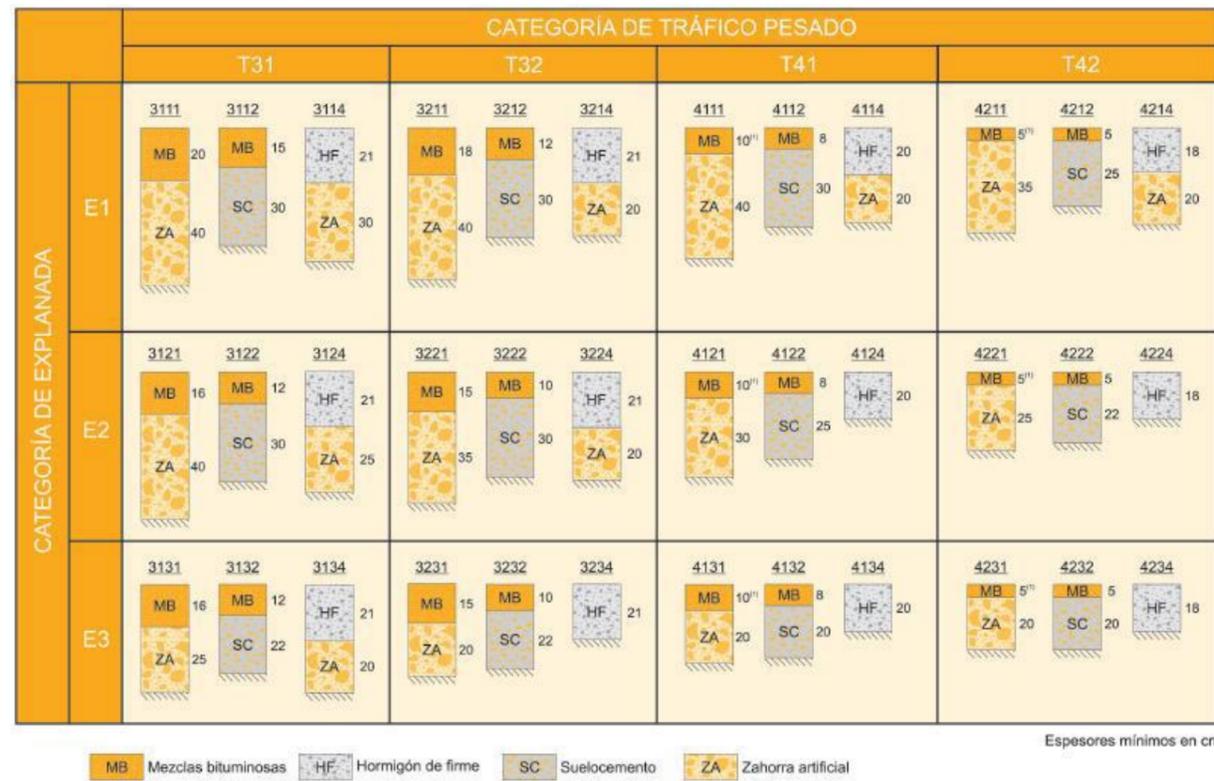


Imagen 5. Formación de paquete de firme en función de categoría de explanada y categoría de tráfico pesado (Fuente: Instrucción 6.1-IC)

A partir de lo descrito en el anejo 2, la categoría de tráfico pesado es T31 y la explanada, según lo dispuesto en el apartado anterior, es de categoría E2. Por lo tanto, según lo establecido en la Norma 6.1-IC, los posibles paquetes de firmes a disponer son:

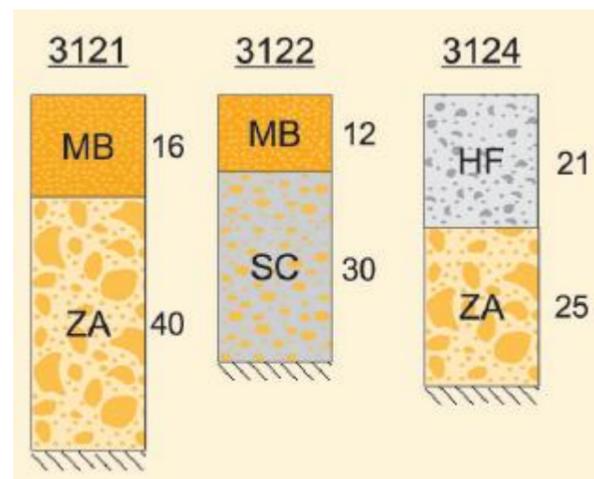


Imagen 6. Opciones de paquete de firme a disponer (Fuente: Instrucción 6.1-IC)

Describir las opciones:

- Opción 3121: 16cm de mezcla bituminosa sobre 40 cm de zahorras
- Opción 3122: 12cm de mezcla bituminosa sobre 30 cm de suelo cemento
- Opción 3124: 21cm de hormigón de firme sobre 25 cm de zahorras

Teniendo en cuenta que el uso de hormigón de firmes está prácticamente en desuso y, además, las funciones estructurales y portantes de los firmes con mezcla bituminosa son mejores, el paquete de firme 3124 queda descartado como alternativa.

Por otro lado, la utilización de suelo cemento resulta excesivamente cara, por lo que resulta recomendable evitar esta opción siempre que las condiciones lo permitan. Por tanto, la sección de firme definitiva estará compuesta por 40 cm de zahorras y 16 cm de mezcla bituminosa (opción 3121).

#### Arcenes

El pavimento del arcén constará de una capa de mezcla bituminosa con el mismo espesor que la capa de rodadura del firme de la calzada. Sin embargo, por motivos de seguridad para la nueva infraestructura, se decide prolongar la sección del firme a los arcenes, complementado hasta llegar a la explanada con zahorra artificial.

#### Dimensionamiento del firme en estructuras

En las estructuras se dispondrá la misma capa de firme indicada para el tronco, colocada sobre tablero. Por tanto, su firme estará formado por una capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua del tipo BBTM 11B 50/70 y espesor de 3 cm sobre otra de 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN 50/70 S, colocadas ambas sobre 8 cm de AC32 BASE 50/70 S.

#### Resumen de la sección tipo propuesta

Por tanto, la composición final en sección de la explanada y el firme que se dispondrá en el tronco de la nueva infraestructura será la siguiente:

- Un metro, al menos, de suelo adecuado (1) de la traza.
- 55 cm de suelo seleccionado (2).
- 40 cm de zahorra artificial.
- 8 cm de capa base de MB semidensa AC32 BASE 50/70 S.
- 5 cm de capa intermedia de MB semidensa AC22 BIN 50/70 S
- 3 cm de capa de rodadura de MB discontinua en caliente BBTM 11B 50/70.

En el caso de estructuras, la composición del firme será:

- 8 cm de capa base de MB semidensa AC32 BASE 50/70 S.
- 5 cm de capa intermedia de MB semidensa AC22 BIN 50/70 S
- 3 cm de capa de rodadura de MB discontinua en caliente BBTM 11B 50/70.

## TRAZADO GEOMÉTRICO

El presente apartado tiene como finalidad la comprobación tanto en planta como en alzado de que la carretera objeto de estudio cumple con la Instrucción 3.1-IC, además de un análisis de consistencia.

El trazado de una carretera se definirá en relación con la velocidad a la que se estima que circularán los vehículos en condiciones de comodidad y seguridad. La instrucción 3.1-IC define velocidad de proyecto de un tramo (Vp) como la velocidad para la que se definen las características geométricas del trazado de un tramo de carretera en condiciones de comodidad y seguridad. Para la carretera objeto de estudio se le asigna una velocidad de proyecto: 70 km/h.

### Trazado en planta

El trazado en planta de una carretera se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: alineación recta, alineación circular y curva de acuerdo (o curva de transición).

Para la definición del trazado se ha empleado el programa AutoCAD Civil 3D y se ha seguido lo dispuesto en la Instrucción 3.1-IC. También se debe señalar que para el diseño de los trazados en planta de las alternativas se han utilizado curvas circulares enlazadas con rectas mediante clotoides simétricas. Para el alzado, se han utilizado curvas de acuerdo del tipo parábola simétrica de eje vertical.

Para la definición del trazado en planta, es necesario definir previamente el eje de la misma. Al tratarse de una carretera convencional que consta de una calzada única con doble sentido de circulación, el eje de la carretera será el centro de la calzada.

Los cálculos justificativos del diseño de los elementos del trazado en planta se encuentran desglosados en el anejo 5 del presente trabajo, así como en sus apéndices. A continuación se muestra el estado de alineaciones para la alineación 1:

Nº ELEMENTO	TIPO DE ELEMENTO	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	RADIO	PARÁMETRO A
1	Recta	0+000.00m	0+098.56m	98,556	-	-
2	Clotoide	0+098.56m	0+148.56m	50,000	-	97

Nº ELEMENTO	TIPO DE ELEMENTO	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	RADIO	PARÁMETRO A
3	Curva circular	0+148.56m	0+176.16m	27,601	190	-
4	Clotoide	0+176.16m	0+226.16m	50,000	-	97
5	Recta	0+226.16m	0+259.91m	33,751	-	-
6	Clotoide	0+259.91m	0+339.91m	80,000	-	174
7	Curva circular	0+339.91m	0+395.10m	55,195	380	-
8	Clotoide	0+395.10m	0+475.10m	80,000	-	174
9	Recta	0+475.10m	0+622.32m	147,214	-	-
10	Clotoide	0+622.32m	0+702.32m	80,000	-	174
11	Curva circular	0+702.32m	0+711.32m	9,001	380	-
12	Clotoide	0+711.32m	0+791.32m	80,000	-	174
13	Recta	0+791.32m	0+930.72m	139,400	-	-
14	Clotoide	0+930.72m	1+010.72m	80,000	-	174
15	Curva circular	1+010.72m	1+253.85m	243,133	380	-
16	Clotoide	1+253.85m	1+333.85m	80,000	-	174
17	Recta	1+333.85m	1+445.38m	111,525	-	-
18	Clotoide	1+445.38m	1+565.38m	120,000	-	174
19	Curva circular	1+565.38m	1+731.55m	166,178	255	-
20	Clotoide	1+731.55m	1+811.55m	80,000	-	142
21	Recta	1+811.55m	1+946.55m	134,994	-	-
22	Clotoide	1+946.55m	2+026.55m	80,000	-	118
23	Curva circular	2+026.55m	2+099.03m	72,479	175	-
24	Clotoide	2+099.03m	2+179.03m	80,000	-	118
25	Recta	2+179.03m	2+265.55m	86,549	-	-

Tabla 13. Estado de alineaciones en planta de la Alineación 1 (Fuente: Elaboración propia)

### Trazado en alzado

La definición del trazado en alzado se referirá a un eje que fija un punto en cada sección transversal cuya definición viene expuesta en la norma en función de las características de la vía en estudio. En el caso de carreteras de calzada única y doble sentido de circulación se considera como eje de la vía el centro de la calzada, es decir, la marca vial de separación entre carriles, sin tener en cuenta eventualmente carriles adicionales.

El trazado en alzado de una carretera o calzada se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola).

Los cálculos justificativos del diseño de los elementos del trazado en alzado se encuentran desglosados en el anejo 5 del presente trabajo, así como en sus apéndices. A continuación se muestra el estado de rasantes para la alineación 1:

Nº ELEMENTO	TIPO DE ELEMENTO	PENDIENTE	TIPO DE ACUERDO	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	ELEVACIÓN INICIAL	ELEVACIÓN FINAL	LONGITUD (m)	PARÁMETRO K
1	Rasante	0.51%	-	0+000.00	0+142.11	210,982	211,705	142,107	-
2	Acuerdo vertical	-	Convexo	0+142.11	0+267.11	211,705	208,435	125,001	2000
3	Rasante	-5.74%	-	0+267.11	0+344.71	208,435	203,979	77,605	-
4	Acuerdo vertical	-	Cóncavo	0+344.71	0+489.21	203,979	200,222	144,493	2300
5	Rasante	0.54%	-	0+489.21	0+779.19	200,222	201,792	289,985	-
6	Acuerdo vertical	-	Cóncavo	0+779.19	0+904.75	201,792	205,898	125,554	2300
7	Rasante	6.00%	-	0+904.75	0+936.57	205,898	207,807	31,825	-
8	Acuerdo vertical	-	Convexo	0+936.57	1+008.05	207,807	211,125	71,482	2630
9	Rasante	3.28%	-	1+008.05	1+016.63	211,125	211,407	8,575	-
10	Acuerdo vertical	-	Convexo	1+016.63	1+152.74	211,407	211,243	136,112	2000
11	Rasante	-3.52%	-	1+152.74	1+237.08	211,243	208,271	84,340	-
12	Acuerdo vertical	-	Cóncavo	1+237.08	1+456.11	208,271	210,983	219,035	2300
13	Rasante	6.00%	-	1+456.11	2+159.53	210,983	253,188	703,414	-
14	Acuerdo vertical	-	Convexo	2+159.53	2+239.11	253,188	256,851	79,580	2847
15	Rasante	3.21%	-	2+239.11	2+268.11	256,851	257,781	28,997	-

Tabla 14. Estado de alineaciones en alzado de la Alineación 1 (Fuente: Elaboración propia)

### Coordinación planta-alzado

La coordinación entre el alzado y la planta de una carretera es esencial para que los conductores circulen con mayor comodidad y mayor seguridad al eliminar las situaciones en las que pueden verse sorprendidos por el trazado.

La coordinación entre ambos planos garantiza que la carretera se diseñe de manera segura y eficiente, teniendo en cuenta factores como la topografía del terreno, la visibilidad, las condiciones de drenaje y la comodidad del usuario. Además, permite identificar posibles conflictos y ajustar el diseño para minimizar los impactos negativos. En resumen, la coordinación planta-alzado es esencial para lograr una carretera bien diseñada, funcional y que cumpla con los estándares de calidad y seguridad requeridos.

A la hora del diseño del trazado de la carretera se han tenido las siguientes consideraciones:

- Que los acuerdos de alzado no coincidan en planta con un elemento circular, con el objetivo de evitar a los usuarios sobresaltos por la presencia de elementos del trazado a distancias poco convenientes.

- Radios elevados en las curvas, con el fin de mejorar la visibilidad.
- Cambios de rasante suaves.

### Sección transversal

Una vez definidos los parámetros necesarios para el diseño en planta y alzado, se pretenden definir los aspectos más relevantes de la sección transversal de la misma, en cuanto a dimensiones.

En la norma 3.1-IC se incluyen determinadas tablas que indican las dimensiones mínimas que deben tener los elementos que componen la sección transversal de la carretera para una carretera convencional. En base a lo dispuesto en dicha norma, las dimensiones de la sección transversal tipo de la carretera quedan:

- Anchura de carriles: 3.50 m.
- Anchura de arcenes: 1.50 m.
- Anchura de berma: 0.75 m.

En los tramos de viaductos, la anchura de los carriles y arcenes se mantendrá, eliminándose la berma.

En el Documento 2 del presente proyecto se encuentran las secciones transversales de las alineaciones, así como detalles de secciones tipo de las mismas.

### Glorietas

La glorieta es un tipo de intersección constituida por una calzada anular (generalmente circular) con sentido de circulación único y prioritario, en la que las conexiones o los accesos a las vías que concurren son interdependientes.

Las principales características de las glorietas del trazado, que se encuentran en diferentes puntos del mismo, son las siguientes:

- Características comunes al conjunto de glorietas:
  - o Número de carriles en la calzada anular: 2
  - o Ancho de carriles en la calzada anular: 4,00 metros

- Número de carriles por sentido en entradas y salidas: 1
- Ancho de carriles de entrada y salida:
  - En alineaciones de nueva construcción: 3,50 metros
  - En alineaciones de enlace a vías existentes: 2,75 metros
- Características particulares:
  - Radio exterior:
    - En glorietas 1 y 3: radios de 25 metros
    - En glorietta 2: radio de 40 metros
    - En glorietta 4: radio de 30 metros

### Consistencia del trazado

Se define consistencia del trazado de una carretera como el grado de adecuación entre el comportamiento de la carretera y las expectativas de los usuarios de la misma. Su objetivo es garantizar que los usuarios no se vean sorprendidos por el trazado a lo largo del mismo.

Esto significa que un diseño con buena consistencia asegura que elementos geométricos sucesivos actúen de forma coordinada. Esto se traduce en una reducción del número de accidentes al evitar maniobras peligrosas durante la conducción. Por otra parte, un diseño inconsistente puede provocar sorpresas en los usuarios, que podría traducirse en maniobras erráticas, aumentando la probabilidad de accidentes.

Para el estudio de la consistencia, un parámetro clave es la velocidad de operación ( $V_{85}$ ), que se define como la velocidad a la cual los usuarios de la vía pueden conducir sus vehículos bajo condiciones de flujo libre y condiciones favorables de meteorología y sin exceder la velocidad segura en ningún momento.

El modelo de consistencia a utilizar para determinar la consistencia de la nueva conexión viaria es el propuesto por Camacho-Torregrosa (2015) está compuesto por dos variables operacionales:

- La velocidad de operación media. El cálculo de las velocidades de operación para cada uno de los elementos del trazado se muestra en el anejo 5 del presente trabajo, así como en sus apéndices. En la siguiente tabla se muestran las velocidades de operación medias de las distintas alineaciones:

ELEMENTO	V85 MEDIA
Alineación 1 - Sentido directo	77,2
Alineación 1 - Sentido inverso	77,0
Alineación 2 - Sentido directo	83,9
Alineación 2 - Sentido inverso	84,5
Alineación 3 - Sentido directo	88,1
Alineación 3 - Sentido inverso	88,3
Alineación 4 - Sentido directo	82,9
Alineación 4 - Sentido inverso	83,1

Tabla 15. Velocidades de operación medias para cada alternativa y sentido (Fuente: Elaboración propia)

- La tasa de deceleración media. Se toma un valor de 0,732 m/s<sup>2</sup>.

El método de Camacho-Torregrosa (2015), en base a una serie de 153 accidentes en carretera convencional ocurridos en España, definió los umbrales de consistencia, presentados en la siguiente tabla:

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

Tabla 16. Umbrales de consistencia (Fuente: Modelo Camacho-Torregrosa 2015)

Una vez visto esto, se muestran los resultados del análisis de consistencia y su clasificación en la siguiente tabla:

ELEMENTO	CONSISTENCIA	CLASIFICACIÓN
Alineación 1 - Sentido directo	3,082	Aceptable
Alineación 1 - Sentido inverso	3,080	Aceptable
Alineación 2 - Sentido directo	3,169	Aceptable
Alineación 2 - Sentido inverso	3,177	Aceptable
Alineación 3 - Sentido directo	3,222	Aceptable
Alineación 3 - Sentido inverso	3,224	Aceptable
Alineación 4 - Sentido directo	3,156	Aceptable
Alineación 4 - Sentido inverso	3,159	Aceptable

Tabla 17. Clasificación de la consistencia en base al Modelo Camacho-Torregrosa 2015 (Fuente: Elaboración propia)

Por último, en base al parámetro de consistencia calculado anteriormente y a otros parámetros característicos de la carretera de estudio, Camacho-Torregrosa (2015) estima el número de accidentes con víctima que se producirán en 10 años. La aplicación de dicho modelo estimativo a los condicionantes de la nueva conexión arrojan los siguientes resultados:

ELEMENTO	CONSISTENCIA	IMD	LONGITUD	Nº ACCIDENTES
Alineación 1 - Sentido directo	3,082	5794	2266	7,60
Alineación 1 - Sentido inverso	3,080	5794	2266	7,61
Alineación 2 - Sentido directo	3,169	5794	4334	7,18
Alineación 2 - Sentido inverso	3,177	5794	4334	7,14
Alineación 3 - Sentido directo	3,222	5794	6418	6,93
Alineación 3 - Sentido inverso	3,224	5794	6418	6,92
Alineación 4 - Sentido directo	3,156	5794	2803	7,24
Alineación 4 - Sentido inverso	3,159	5794	2803	7,22

Tabla 18. Estimación de número de accidentes en 10 años en base al Modelo Camacho-Torregrosa 2015 (Fuente: Elaboración propia)

## MOVIMIENTO DE TIERRAS

El objeto del presente apartado es el de cuantificar los volúmenes de excavación de tierra vegetal, excavación en desmonte y rellenos de terraplén a partir de las mediciones de los perfiles transversales de los puntos kilométricos que componen la carretera.

La metodología seguida ha sido la de aplicar al terreno las diferentes secciones tipo definidas dando lugar los perfiles transversales que definen la explanación. Dichos perfiles se han generado con el programa informático Civil 3D. El software obtiene mediciones cada cierto número de metros (e ha optado por realizar dicha medición cada 10 metros), calculando el volumen parcial en cada perfil como semisuma del área de cada perfil más el siguiente, multiplicada por la distancia entre ambos.

En el anejo 6 del presente trabajo se ha muestran los listados de los movimientos de tierras para cada una de las alineaciones que componen la conexión. Los volúmenes totales de desmonte, terraplén y explanada para cada elemento del trazado se muestran en la siguiente tabla:

ELEMENTO	VOLUMEN DESMONTE (m3)	VOLUMEN TERRAPLÉN (m3)	VOLUMEN EXPLANADA (m3)
Alineación 1	48519,44	20498,52	14405,67
Alineación 2	81877,79	43515,05	28171,3
Alineación 3	118464,19	43778,05	46762,7
Alineación 4	69863,12	16576,40	17479,85
Glorieta 1	628,62	0,00	219,17

ELEMENTO	VOLUMEN DESMONTE (m3)	VOLUMEN TERRAPLÉN (m3)	VOLUMEN EXPLANADA (m3)
Glorieta 2	10914,39	693,09	3790,86
Glorieta 3	20971,26	0,89	3338,21
Glorieta 4	2228,98	2587,11	2289,63
Glorieta 5	14746,87	500,63	3737,61
Intersección 1	1299,73	1112,87	2748,36
Intersección 2	1268,58	4366,54	2341,62
Intersección 3	612,06	3,78	774,21
Intersección 4	749,28	1,13	446,25
Intersección 5	2746,83	5,33	540,92
TOTAL	374891,14	133633,71	127046,36

Tabla 19. Resumen de movimiento de tierras (Fuente: Elaboración propia)

Para el cálculo de la compensación de tierras del global de la actuación se deben tener en cuenta, no sólo los volúmenes de desmonte y terraplén, sino también el volumen de material de explanada.

Como se ha mencionado anteriormente, el material de la traza de la carretera está caracterizado como adecuado o seleccionado. Por tanto, se decide la reutilización del volumen de desmonte sobrante del movimiento de tierras para la ejecución tanto de los terraplenes como de la capa de formación de la explanada (apa de suelo seleccionado de espesor 55 cm). El motivo de esta decisión es económico ya que por una parte, se reduce el coste de la compra de material necesario para la ejecución de terraplenes y de la capa de explanada, y por otra parte se ahorran costes en la gestión de residuos al aprovechar parte del material excavado.

Sin embargo, no todo el material excavado será apto para su reutilización debido a que, durante el proceso de excavación, dicho material se verá expuesto a agentes que contaminen parte de él. Por tanto, se asume un porcentaje de reutilización del 60% del material excavado. El volumen restante será enviado a vertedero autorizado.

El resumen de la compensación de tierras obtenida en la actuación con los condicionantes anteriormente mencionados se presenta en la siguiente tabla:

VOLUMEN DESMONTE (m3)	374891,14
VOLUMEN DESMONTE DISPONIBLE (m3)	149956,456
VOLUMEN TERRAPLÉN (m3)	133633,17
VOLUMEN TERRAPLÉN PROCEDENTE DE DESMONTE (100%) (m3)	133633,17

VOLUMEN DESMONTE RESTANTE TRAS EL TERRAPLENADO (m3)	16323,286
VOLUMEN EXPLANADA (m3)	127046,36
VOLUMEN EXPLANADA PROCEDENTE DE DESMONTE (m3)	16323,286
VOLUMEN EXPLANADA EXTERNO A LA ACTUACIÓN (m3)	110723,074
VOLUMEN EXCEDENTE DE DESMONTE (m3)	149956,456

Tabla 20. Balance de tierras (Fuente: Elaboración propia)

Como puede observarse, se produce un excedente de material de la traza de 214.259,05 m3, que debe ser llevado a vertedero autorizado.

## HIDROLOGÍA Y DRENAJE

En este apartado se desarrolla el cálculo hidrológico de los caudales aportados por las cuencas naturales que son interceptadas por la vía objeto del trabajo, así como el dimensionamiento de los distintos elementos integrantes del drenaje necesarios para dar continuidad a dichos cauces y evacuar la escorrentía procedente tanto del terreno natural como de la propia plataforma. La metodología y procedimiento de cálculo para la obtención de los caudales máximos se desarrollan siguiendo lo dispuesto en la normativa vigente: Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial, aprobada por Orden FOM /298/2016, así como la Orden FOM/185/2017, de 10 de febrero, que modifica esta última. Se han obtenido datos hidrológicos de las series monográficas de "Máximas lluvias diarias en la España peninsular".

En el anejo 7, dedicada a la hidrología, se determina el caudal de diseño de cada una de las obras de drenaje superficial de la carretera. Para ello, previamente se debe determinar la cuenca hidrológica que vierte a la carretera, para posteriormente obtener los valores de los caudales máximos anuales correspondientes a los períodos de retorno de 25 y 100 años, y así poder realizar el diseño de las obras de drenaje para que puedan soportar dichos caudales máximos.

Período de retorno ( $T$ ) es el período de tiempo expresado en años, para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a  $1/T$ .

El cálculo de dichos caudales máximos se realiza mediante el método racional.

### Método racional

El método racional supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie. No tiene en cuenta:

- Aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases a ellas.
- Existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares o accidentales de cualquier clase.
- Presencia de lagos, embalses o planas inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas.
- Aportaciones procedentes del deshielo de la nieve u otros meteoros.
- Caudales que afloren en puntos interiores de la cuenca derivados de su régimen hidrogeológico.

La selección del caudal de referencia para el que se proyectará el sistema de drenaje está relacionada con la frecuencia de su aparición, que se puede definir por su período de retorno: cuanto mayor sea éste, mayor será el caudal.

Las cuencas de captación que indiquen sobre la traza de la carretera son de variada superficie y de variado tiempo de concentración. Por ello, se ha decidido escoger la mayor de las cuencas para el cálculo de los parámetros hidráulicos.

Los distintos parámetros de los que dependen el cálculo de los caudales máximos, así como los valores de cada uno de ellos en aplicación del caso objeto de este trabajo, se pueden observar en el anejo 7. El cálculo de dichos caudales máximos, para los distintos períodos de retorno (25 y 100 años) es:

$A$ (km <sup>2</sup> )	$T$ (años)	$I(T, t_c)$	$C$	$Q_T$
0,0630	25	316,9632	0,5760	6,6069
0,0630	100	431,4562	0,6769	14,3873

Tabla 21. Caudales de referencia (Fuente: Elaboración propia)

Una vez obtenidos estos valores, deberán diseñarse los elementos de drenaje superficial de manera que su capacidad hidráulica será mayor que los caudales máximos anuales. En el caso del drenaje longitudinal, se tomará como referencia el valor asociado a un período de retorno de 25 años, mientras que para el drenaje transversal se tomará el asociado a un período de retorno de 100 años.

### Drenaje transversal

Su función es recoger la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella, y conducirlas a un punto de desagüe.

Para el cálculo de la capacidad de drenaje se empleará la fórmula de Manning.

Así pues, se debe disponer una tipología de drenaje longitudinal cuya capacidad de drenaje sea superior a  $6,6069 \text{ m}^3/\text{s}$  y, teniendo en cuenta que velocidad máxima admisible en el elemento de drenaje transversal, que es  $6 \text{ m/s}$ , tenga un área de sección transversal ocupada por la corriente para caudal de proyecto mayor a  $1,1012 \text{ m}^2$ .

Por tanto, el elemento de drenaje longitudinal escogido en base a los criterios de diseño anteriores es el de cuneta de pie de desmonte, q que estarán revestidas de hormigón al tener, la carretera, pendientes mayores a 3% e inferiores a 1%. Las cunetas tendrán las siguientes dimensiones:

- Taludes interior y exterior: 1H/1V.
- Profundidad de cuneta: 0.80 metros.
- Anchura fondo cuneta: 0.40 metros.

### Drenaje longitudinal

El objeto del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno una vez ejecutadas las obras.

Las obras empleadas para procurar el drenaje transversal de las carreteras serán obras de drenaje transversal (ODT), provistas de solera. Las ODT responderán a una tipología de tubo, cuyas dimensiones se especificarán más adelante.

La traza de la carretera atraviesa varias zonas de cauce natural, por lo que serán necesarias obras de drenaje transversal en las siguientes ubicaciones:

ELEMENTO	P.K.	LONGITUD (m)
ALINEACIÓN 1	1+365	14,5
ALINEACIÓN 2	0+830	14,8

Tabla 22. Localización de las ODT (Fuente: Elaboración propia)

Sección transversal de la ODT: se debe determinar la distancia libre mínima entre caras interiores de la ODT, que será el diámetro. La dimensión libre mínima de la sección transversal de una ODT de un solo tramo se debe determinar a partir de la tabla siguiente:

L (m)	D <sub>L</sub> (m)
L (m) < 3	D <sub>L</sub> (m) ≥ 0,6
3 ≤ L (m) < 4	D <sub>L</sub> (m) ≥ 0,8
4 ≤ L (m) < 5	D <sub>L</sub> (m) ≥ 1,0
5 ≤ L (m) < 10	D <sub>L</sub> (m) ≥ 1,2
10 ≤ L (m) < 15	D <sub>L</sub> (m) ≥ 1,5
L (m) ≥ 15	D <sub>L</sub> (m) ≥ 1,8

Tabla 23. Dimensión mínima recomendada de una ODT en función de su longitud (Fuente: Instrucción 5.2 I.C. Drenaje Superficial)

En el caso de la infraestructura para la que queremos disponer las ODT, se tiene una anchura de 11.50 entre carriles, arcenes y bermas. Aunque la disposición de las ODT no se produce de manera perpendicular a la plataforma de la carretera, sus dimensiones no superan los 15 metros, Por tanto, el diámetro mínimo a disponer se fija en 1.50 metros.

Se debe comprobar que se cumplen simultáneamente dos condiciones:

- La capacidad hidráulica del elemento de drenaje. Se debe asegurar que la capacidad sea superior al máximo caudal asociado a un período de retorno de 100 años. Este dato se ha obtenido anteriormente, con un valor de  $14.3873 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- La máxima velocidad admisible en el elemento de drenaje. La velocidad máxima que el agua puede alcanzar teniendo en cuenta el tipo de material (revestimiento de hormigón proyectado) oscila entre 4.5 y  $6 \text{ m/s}$ , asumiendo en este caso un valor de  $6 \text{ m/s}$ .

Tras una serie de iteraciones en la que se han tenido en cuenta los condicionantes enumerados, se ha optado por disponer un tubo de diámetro ( $D_L$ ) de 1.80 metros. Se realizan las mencionadas comprobaciones obteniéndose los siguientes resultados:

- Capacidad hidráulica del elemento de drenaje:  $17.4576 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Velocidad media del agua para el caudal de proyecto:  $5.6539 \text{ m/s}$ .

Así pues, se tiene que la capacidad hidráulica es superior al caudal de avenida, y la velocidad media es menor a la velocidad máxima (que es 6 m/s.). Por tanto, las dimensiones de la obra de drenaje transversal a disponer aseguran el cumplimiento de las comprobaciones hidráulicas.

#### Drenaje en glorietas

Las cuestiones relativas al diseño geométrico de estas superficies se deben abordar de conformidad con lo especificado en la norma 3.1 – IC Trazado y en la normativa sobre nudos viarios.

La calzada anular tiene una inclinación transversal constante del dos por ciento (2 %) hacia su borde exterior sin que el valor absoluto de la inclinación longitudinal en ningún punto de dicho borde de la calzada anular rebase el tres por ciento ( $\neq$  3 %).

Los arcenes tienen la misma inclinación transversal que la calzada de las alineaciones que discurren hacia y desde la glorieta.

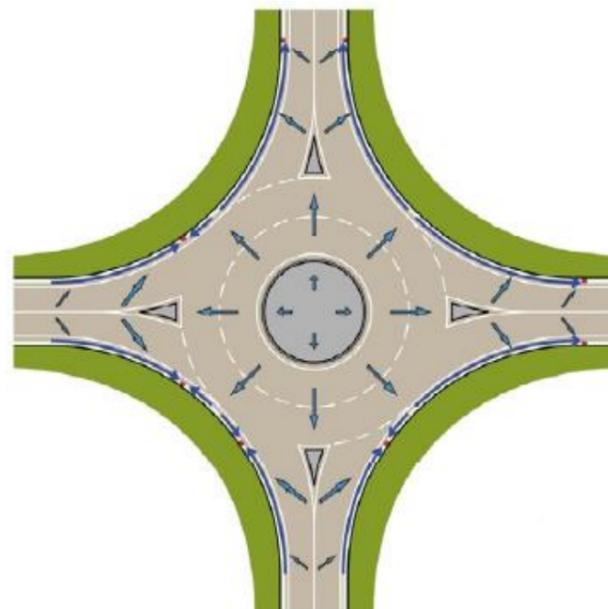


Imagen 7. Detalle tipo del drenaje de glorietas (Fuente: Instrucción 5.2 I.C. Drenaje Superficial)

#### Drenaje en puentes

La escorrentía del tablero se dirige hacia fuera de la calzada mediante una adecuada disposición de las pendientes de la superficie pavimentada. Esto se resuelve con el bombeo propio de la carretera del 2%, al igual que en el resto de tramos de calzada. El agua evacuada es recogida por caces de hormigón situados a ambos lados del tablero, y se dirige mediante la inclinación de la rasante

(superior al 0.5%) hacia otros sistemas de drenaje como cunetas o bajantes, situadas fuera del tablero del puente.

#### SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS

El objeto de este apartado es la definición de los criterios adoptados en el diseño y en la disposición de la señalización viaria, tanto vertical como horizontal, así como de los elementos de balizamiento y defensa a disponer. La finalidad de señalar la carretera es dotarla de mayor seguridad, eficacia y comodidad de circulación para todos los usuarios de la vía. En el anejo 8 del presente trabajo se detallan en profundidad los aspectos comentados en este apartado.

En general puede decirse que la señalización, balizamiento y defensas de una carretera deben cumplir condiciones de funcionalidad, seguridad y comodidad, y por lo tanto se debe conseguir un mayor grado de seguridad:

- Informando de manera clara y concisa a los usuarios de todos aquellos aspectos que puedan interesarles, ya sea de su situación geográfica, de un servicio o advirtiéndoles de un posible peligro.
- Prohibiendo todas aquellas maniobras que pudiesen poner en peligro su vida o la de otros.
- Delimitando claramente la zona por donde se puede circular.
- Protegiendo a los vehículos, tanto de día como de noche, de posibles salidas de calzada.

#### Señalización vertical

Para la definición de la señalización vertical se han tenido en cuenta las características del trazado y se ha procurado no recargar la traza con señales redundantes o innecesarias, ya que un número excesivo de señales parece resultar psicológicamente contraproducente para la seguridad vial.

Para determinar las señales necesarias, así como el punto de localización de cada una de ellas, se ha seguido la Norma de la Dirección General de Carreteras 8.1-IC de Señalización vertical. Las dimensiones y la ubicación de las señales verticales pueden consultarse en el anejo 8 y en los planos del trabajo.

Las señales verticales empleadas se clasifican en:

- Señales de advertencia de peligro:

- Señal P-1: Intersección con prioridad.
- Señal P-1a: Intersección con prioridad sobre vía a la derecha.
- Señal P-1b: Intersección con prioridad sobre vía a la izquierda.
- Señal P-4: Intersección con circulación giratoria.
- Señal P-13: Curva peligrosa.
- Señal P-16: Pendiente peligrosa.
- Señal P-25: Circulación en los dos sentidos.
- Señales de prioridad
  - Señal R-1: Ceda el paso.
  - Señal R-2: Detención obligatoria.
- Señales de prohibición de entrada
  - Señal R-101: Entrada prohibida.
- Señales de restricción de paso
  - Señal R-301: Velocidad máxima.
- Otras señales de prohibición o restricción
  - Señal R-305: Adelantamiento prohibido
- Señales de obligación
  - Señal R-401a: Paso obligatorio.
  - Señal R-402: Intersección de sentido giratorio obligatorio.
- Señales de fin de prohibición o restricción
  - Señal R-502: Fin de la prohibición de adelantamiento.

El nivel de retroreflexión que se considera más apropiado para todas las señales en función del tipo de vía (carretera convencional), con el fin de garantizar su visibilidad tanto de día como de noche es el Nivel 2, que se hace extensible incluso al caso de señales de código diferentes de las de advertencia de peligro, prioridad y prohibición de entrada, para mayor simplicidad y seguridad.

#### Señalización horizontal

Para la disposición de las marcas viales se han seguido las instrucciones que se dictan en la Norma de Carreteras 8.2.-IC "Marcas viales" vigente. Las marcas viales longitudinales utilizadas se ajustan a los siguientes tipos expuestos a continuación

TIPO DE MARCA VIAL		ANCHURA (m)	LONGITUD (m)	SEPARACIÓN (m)
M-1.2	Separación entre carriles sin prohibición de adelantamiento	0,10	3,50	9,00
M-1.12	Delimitación calzada en cruces	0,15	1,00	2,00
M-2.1	Separación entre carriles con prohibición de adelantamiento	0,10	-	-
M-2.6	Delimitación calzada	0,15	-	-
M-3.2	Línea discontinua adosada a continua	0,10	3,50	9,00
	Línea continua adosada a discontinua	0,10	-	-
M-4.1	Línea detención STOP	0,40	-	-
M-4.2	Línea detención de ceda el paso	0,40	0,80	0,40
M-5.5	Flechas de retorno	-	-	-
M-6.3	Inscripción de STOP	-	-	-
M-6.5	Inscripción de ceda el paso	-	-	-

Tabla 24. Tipología de marcas viales empleadas (Fuente: Elaboración propia)

#### Balizamiento

Esta parte de la obra constituye un conjunto de instalaciones complementarias de la carretera que tienen por objeto servir de guía a los conductores de vehículos, aumentando la seguridad y comodidad de la conducción. Además del efecto de balizamiento representado por las marcas viales longitudinales, se han considerado, dentro de este concepto, los siguientes elementos:

- Hitos de arista tipo I: estarán separados 50 metros en alineaciones rectas y 25 metros en curvas y clotoides. Sirven también para materializar los hectómetros.
- Captafaros reflectantes de pavimento: con una separación en recta cada 10 metros, reduciéndose en curva hasta los 3 metros de separación.

- Captafaros reflectantes de barrera: se instalará en calzadas que cuenten con barreras de seguridad en el seno del perfil de la barrera, con una separación constante de 8 metros coincidiendo con la unión de los tramos de la barrera.

### Defensas

Se realiza un análisis de los márgenes de la traza, la justificación, descripción, clase, tipo, nivel de contención, índice de severidad, ancho de trabajo, deflexión dinámica, ubicación y modo de disposición de todos los sistemas de contención de vehículos.

En el anejo 8, de señalización y defensas, se describen y justifican los dispositivos adoptados para esta finalidad.

En primer lugar se debe seleccionar, en base a lo comentado anteriormente y el tipo de riesgo en cada caso, los parámetros que debe cumplir el sistema.

Dada la IMD de vehículos pesados estimada para el año horizonte, para el nivel de contención necesario se tiene:

- En aquellas ubicaciones donde sea necesaria la colocación de elemento de contención debido a la presencia de un paso superior, que lleva asociado un riesgo muy grave, el nivel de contención recomendado en la OC. 35/2014 es H3 para pretil y H2 para barreras.
- En aquellas ubicaciones en las que el riesgo sea grave, el nivel de contención recomendado es H1-H2 para pretil y N2-H1 para barreras.
- Por último, cuando el riesgo sea normal, se recomienda un nivel de contención de N2-H1 para pretil y N2 para barreras.

En cuanto a la clase de anchura de trabajo necesaria, en caso de presencia de un paso superior, la clase de anchura deberá ser W1, mientras que en el resto de casos, debido al diseño de la sección del tronco de la carretera, la distancia a los obstáculos o desniveles permiten la elección de una clase de anchura de trabajo entre W1 y W4.

Una vez seleccionados los parámetros más adecuados en cada caso (clase y nivel de contención, índice de severidad, anchura de trabajo) se establece el sistema de contención a instalar.

- En el emplazamiento del riesgo asociado a puentes, se procederá a la colocación de un pretil. Al ser considerado como riesgo muy grave, el nivel de contención será H3 y clase de anchura W1.
- En los emplazamientos situados justo inmediatamente antes y después de los pretil, se procederá a la colocación de barreras (biondas). Al ser considerado como un riesgo grave, el nivel de contención será N2-HA, y la clase de anchura de trabajo W1-W4.
- En el resto de casos, se dispondrán barreras (biondas). Se considera riesgo normal, por lo que el nivel de contención será N2 y la clase de anchura de trabajo W1-W4.

Se plasma en la siguiente tabla un resumen de la distribución de los distintos elementos de contención a lo largo de la infraestructura:

ELEMENTO DE TRAZADO	SENTIDO	P.K. INICIO	P.K. FINAL	ELEMENTO DE CONTENCIÓN
Alineación 1	Ambos	0+000	0+100	Bionda
Alineación 1	Ambos	0+370	0+467	Bionda
Alineación 1	Ambos	0+467	0+777	Pretil
Alineación 1	Ambos	0+777	0+880	Bionda
Alineación 1	Ambos	1+330	1+540	Bionda
Alineación 1	Directo	1+900	2+170	Bionda
Alineación 1	Ambos	2+170	2+266	Bionda
Glorieta 2	Glorieta +Patas	-	-	Bionda
Alineación 2	Ambos	0+000	0+100	Bionda
Alineación 2	Inverso	0+100	0+380	Bionda
Alineación 2	Ambos	1+200	1+315	Bionda
Alineación 2	Ambos	1+315	1+565	Pretil
Alineación 2	Ambos	1+565	1+660	Bionda
Alineación 2	Ambos	2+660	2+940	Bionda
Alineación 2	Inverso	2+940	3+390	Bionda
Alineación 2	Ambos	3+660	3+755	Bionda
Alineación 2	Ambos	3+755	4+065	Pretil
Alineación 2	Ambos	4+065	4+170	Bionda
Alineación 2	Ambos	4+170	4+334	Bionda
Glorieta 3	Glorieta +Patas	-	-	Bionda
Alineación 3	Ambos	0+000	0+130	Bionda
Alineación 3	Directo	2+320	2+750	Bionda
Alineación 3	Inverso	2+465	2+750	Bionda
Alineación 3	Inverso	3+370	3+540	Bionda
Alineación 3	Inverso	3+890	4+350	Bionda

ELEMENTO DE TRAZADO	SENTIDO	P.K. INICIO	P.K. FINAL	ELEMENTO DE CONTENCIÓN
Alineación 3	Directo	4+940	5+350	Bionda
Alineación 3	Inverso	4+940	5+430	Bionda
Alineación 3	Directo	5+350	5+580	Bionda
Alineación 3	Ambos	5+720	5+835	Bionda
Alineación 3	Ambos	5+835	5+955	Pretil
Alineación 3	Ambos	5+955	6+060	Bionda
Alineación 3	Ambos	6+300	6+400	Bionda
Glorieta 4	Glorieta +Patas	-	-	Bionda
Alineación 4	Ambos	0+000	0+100	Bionda
Alineación 4	Ambos	0+630	0+731	Bionda
Alineación 4	Ambos	0+731	1+011	Pretil
Alineación 4	Ambos	1+011	1+110	Bionda
Alineación 4	Inverso	1+330	1+440	Bionda
Alineación 4	Ambos	1+440	1+660	Bionda
Alineación 4	Ambos	2+700	2+800	Bionda
Glorieta 5	Glorieta +Patas	-	-	Bionda

Tabla 25. Ubicación de los elementos de contención (Fuente: Elaboración propia)

La disposición en planta y los detalles de las barreras de seguridad se presenta en los planos del trabajo.

## EXPROPIACIONES

Este apartado consiste en cuantificar las parcelas que se han ocupado en el diseño de la carretera. Las expropiaciones son una parte esencial de la planificación y construcción de infraestructuras viales, ya que permiten adquirir los terrenos necesarios para la ejecución del proyecto. Se ha buscado la mínima ocupación posible de terreno privado intentando ajustar al máximo al trazado actual, pero en los casos que se ha visto la obligación de ocupar una parcela se ha evitado ocupar las parcelas con edificaciones y se ha diseñado principalmente en parcelas de uso agrario.

Dichas expropiaciones se llevarán a cabo acorde con la Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre expropiaciones forzosas. La valoración se realiza teniendo en cuenta únicamente el valor catastral que figura en la certificación catastral de la Dirección General del Catastro.

Tal y como se muestra en el Anejo 9 del presente trabajo, se ha obtenido una relación individualizada de parcelas afectadas por la actuación. Dichas parcelas, en función de su uso principal y su superficie

afectada, suponen un coste basado tanto en la superficie a expropiar de manera definitiva como en la superficie a ocupar temporalmente durante la realización de los trabajos. En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características principales en cuanto a expropiaciones del presente anteproyecto:

TIPO DE SUELO	USO PRINCIPAL	SUPERFICIE DE EXPROPIACIÓN DEFINITIVA (M2)	COSTE DE EXPROPIACIÓN (EURO/M2)	SUPERFICIE DE OCUPACIÓN TEMPORAL (M2)	COSTE DE OCUPACIÓN TEMPORAL (EURO/M2)	COSTE TOTAL (EUROS)
Rústico	Agrario	336.235,23	5	68.386,64	0,5	1.715.369,46

Tabla 26. Características y costes de expropiación (Fuente: Elaboración propia)

La valoración estimada para las expropiaciones, incluyendo el valor del suelo, la indemnización de cosechas pendientes, perjuicios por rápida ocupación, las ocupaciones temporales, expropiaciones y servidumbres para la reposición de servicios, resto de fincas y otras indemnizaciones por premio de afección, es de UN MILLÓN SETECIENTOS QUINCE MIL QUINIENTOS DIEZ EUROS (1.715.510 €).

## GESTIÓN DE RESIDUOS

Dada la naturaleza del presente trabajo, se ha optado por no incluir un anejo específico para la gestión de residuos. Sin embargo, se debe destacar que la gestión de los residuos generados en las actividades de la nueva conexión debe cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición, y la Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.

El coste previsto para la gestión de residuos es de 1.842.362,68 €, lo que supone un 5,65% del presupuesto de Ejecución Material de la actuación.

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Para la realización de una actuación de las características del presente Anteproyecto, es necesaria la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud, según lo establecido en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, donde se describan los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que previsiblemente se vayan a utilizar en relación con la prevención de riesgos de accidentes y

enfermedades profesionales, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores durante la construcción de la obra.

Dada la naturaleza del presente TFM se ha decidido no abordar dicho Estudio de Seguridad y Salud.

## PLAN DE OBRA

El programa de trabajos es fundamental en todo proyecto con el objetivo de planificar, organizar y controlar la buena marcha del desarrollo de las obras. Los objetivos que este plantee deben ser fácilmente cuantificables y se deben poder contrastar con los resultados del estudio y diseño de la carretera una vez finalizados.

Para conocer el plazo de ejecución de la obra se subdividen todos los trabajos a realizar en actividades elementales, especificando los equipos y rendimientos que permiten calcular la duración de cada actividad.

Primero se establece el proceso constructivo, conociendo las unidades de obra que intervienen en el proyecto. Luego se consideran las actividades y rendimientos, que multiplicados por las mediciones proporcionan la duración de cada actividad.

Finalmente se elabora un diagrama de Gantt teniendo en cuenta los solapes y las incompatibilidades entre actividades que pueda haber.

### Medición de actividades

El primer paso para la elaboración del diagrama es la determinación de todas las unidades de obra, así como sus mediciones. Estos datos pueden encontrarse en el Documento de Valoración Económica del trabajo.

### Rendimiento

Una vez definidas las unidades de obra y su medición, se procede a la determinación del rendimiento de los equipos de trabajo para cada actividad.

Sin embargo, se establecen unos coeficientes de reducción a aplicar a los rendimientos teóricos de cada actividad:

- Un coeficiente de climatología adversa (CIM): depende de la localización geográfica de las actuaciones, se determina según la publicación de la Dirección General de Carreteras del

Ministerio de Obras Públicas (MOP), denominada isóneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo, publicado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas (MOP), que recoge los mapas climáticos mensuales para cada una de las condiciones meteorológicas consideradas.

Dicho coeficiente varía según el mes del año y según la actividad. En el anejo 10 se muestra el procedimiento para el cálculo de dicho coeficiente, siendo la siguiente tabla un resumen de dicho cálculo:

ACTIVIDAD	ECUACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MED
Excavaciones	$CIM = \frac{\gamma'_m + \gamma_m}{2}$	0,88	0,89	0,90	0,91	0,89	0,94	0,94	0,97	0,93	0,88	0,91	0,89	0,91
Relleno	$CIM = \frac{\gamma'_m + \gamma_m}{2} * \tau'_m$	0,79	0,80	0,82	0,86	0,89	0,94	0,94	0,97	0,93	0,88	0,91	0,82	0,88
Hormigonado	$CIM = \gamma_m * \tau'_m$	0,83	0,88	0,87	0,91	0,96	0,96	1,00	1,00	0,97	0,96	0,95	0,88	0,93
Tratamientos superficiales	$CIM = \tau_m * \gamma'_m$	0,38	0,44	0,67	0,82	0,82	0,92	0,88	0,94	0,88	0,80	0,65	0,45	0,72
Otras actividades de obra	$CIM = \gamma_m$	0,92	0,98	0,95	0,96	0,96	0,96	1,00	1,00	0,97	0,96	0,95	0,96	0,96

Tabla 27. Coeficiente de inclemencias meteorológicas (CIM) para cada actividad (Fuente: Elaboración propia)

- Un coeficiente de aprendizaje (CD): correspondiente a los retardos que se producen en cada actividad para alcanzar el máximo rendimiento diario. Se adopta un coeficiente de minoración de 0,95.
- Un coeficiente de minoración del rendimiento teórico de las máquinas (CM): el rendimiento se ve afectado por las condiciones poco favorables como son las condiciones meteorológicas, el lugar de trabajo, etc., lo que acaba afectando al funcionamiento de las máquinas, disminuyendo su rendimiento. Se adopta un valor de 0,98.

Con todo lo expuesto, se tienen los siguientes rendimientos de los equipos para cada una de las principales actividades de la actuación:

Actividad	Medición	Rendimiento teórico	Coeficientes de rendimiento			Rendimiento real
			CIM	CD	CM	
Despeje y desbroce del terreno	402847 m <sup>2</sup>	6000 m <sup>2</sup> por día y equipo	0,91	0,95	0,98	5083
Formación explanada	230289 m <sup>2</sup>	1800 m <sup>2</sup> por día y equipo	0,88	0,95	0,98	1475
Excavación de tierras	374892 m <sup>3</sup>	1200 m <sup>3</sup> por día y equipo	0,91	0,95	0,98	1017
Formación de terraplén	133639 m <sup>3</sup>	1000 m <sup>3</sup> por día y equipo	0,88	0,95	0,98	819
Ejecución cuneta hormigón	20311 m	40 m por día y equipo	0,93	0,95	0,98	35
Ejecución ODT	30 m	15 m por día y equipo	0,93	0,95	0,98	13
Ejecución canaleta pasos superiores	267 m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup> por día y equipo	0,93	0,95	0,98	6
Extendido zahorras	77933 m <sup>3</sup>	400 m <sup>3</sup> por día y equipo	0,88	0,95	0,98	358
Ejecución capa base del firme	41170 t	800 t por día y equipo	0,72	0,95	0,98	715
Ejecución capa binder del firme	25731 t	800 t por día y equipo	0,72	0,95	0,98	715
Ejecución capa rodadura del firme	15422 t	500 t por día y equipo	0,72	0,95	0,98	447
Riegos de imprimación	210048 m <sup>2</sup>	4000 m <sup>2</sup> por día y equipo	0,72	0,95	0,98	2681
Riegos de adherencia	419868 m <sup>2</sup>	5000 m <sup>2</sup> por día y equipo	0,72	0,95	0,98	3352
Ejecución estructuras de pasos superiores	1090 m	1 m por día y equipo	0,93	0,95	0,98	1
Señalización vertical	200 ud	100 ud por día y equipo	0,96	0,95	0,98	89
Señalización horizontal	53568 m	4000 m por día y equipo	0,96	0,95	0,98	3575
Barreras de contención	14572 m	300 m por día y equipo	0,96	0,95	0,98	268
Balizamiento	8179 ud	150 ud por día y equipo	0,96	0,95	0,98	134

Tabla 28. Duraciones de las principales actividades (Fuente: Elaboración propia)

### Duración de actividades

Para la determinación de la duración de cada actividad consideraremos las mediciones de cada actividad y los rendimientos de los equipos asignados a cada una de ellas. Se ha considerado que la jornada es de 8 horas durante 5 días a la semana con lo que obtenemos 40 horas semanales.

Sin embargo, dada la magnitud de la actuación y las duraciones de las distintas actividades, se procede a la disposición de más de 1 equipo por actividad para determinadas actividades, con el objetivo de planificar de una forma eficiente las distintas tareas a realizar. En el anejo 10 del presente trabajo se muestran tablas en la que se observan las duraciones reales de las actividades, teniendo en cuenta el número de equipos destinados a su ejecución. La siguiente tabla muestra un resumen de los equipos totales utilizados:

NOMBRE DEL EQUIPO	Nº EQUIPOS	EQUIPOS
Actuaciones previas	1	AP01
Despeje y desbroce	4	DD01; DD02; DD03; DD04
Excavaciones	6	EX01; EX02; EX03; EX04; EX05; EX06
Terraplenado	4	TR01; TR02; TR03; TR04
Formación explanada	4	FE01; FE02; FE03; FE04
Colocación tubos ODT	1	ODT01
Ejecución cuneta	6	CH01; CH02; CH03; CH04; CH05; CH06
Canaleta drenaje en puentes	1	CD01
Ejecución estructura puentes	10	PT01; PT02; PT03; PT04; PT05; PT06; PT07; PT08; PT09; PT10
Colocación pretilas	1	PR01
Extendido zahorras	4	ZA01; ZA02; ZA03; ZA04
Riego imprimación	4	RI01; RI02; RI03; RI04
Riego adherencia	4	RA01; RA02; RA03; RA04
Extendido capa Base	4	BA01; BA02; BA03; BA04
Extendido capa Binder	4	BI01; BI02; BI03; BI04
Extendido capa Rodadura	4	RO01; RO02; RO03; RO04
Disposición señales verticales	1	SV01
Pintado señales horizontales	2	SH01; SH02
Barreras de seguridad	4	BS01; BS02; BS03; BS04
Disposición hitos de arista	1	HA01
Captafaros de pavimento	4	CA01; CA02; CA03; CA04

Tabla 29. Relación de equipos a utilizar durante la ejecución de la variante (Fuente: Elaboración propia)

Este aumento del número de equipos, dirigido a una planificación de las actividades más eficiente, se complementa con la programación de determinadas actividades (terraplenado, excavaciones, ejecución cunetas, etc) desde varios frentes de trabajo (normalmente dos y puntualmente tres). Así se consigue acortar de manera sustancial el camino crítico de la actuación. En los apéndices del anejo 10 se muestra la distribución de equipos y de frentes de trabajo para las distintas actuaciones.

## Diagrama de Gantt

A partir de los rendimientos y coeficientes calculados en el apartado anterior, las mediciones de la actuación dispuestas en la valoración económica, y permitiendo solapes entre actividades, se elabora el diagrama de Gantt. El criterio seguido para obtener el plazo de ejecución ha sido reduciendo en la posible el número de actividades críticas, ampliando el número de equipos de manera razonable para ello. La realización de dicho diagrama se ha realizado con el software Microsoft Project.

En el anejo 10 del trabajo y sus apéndices, se encuentra el diagrama de Gantt completo de la actuación. La imagen mostrada a continuación corresponde a un resumen de dicho diagrama:

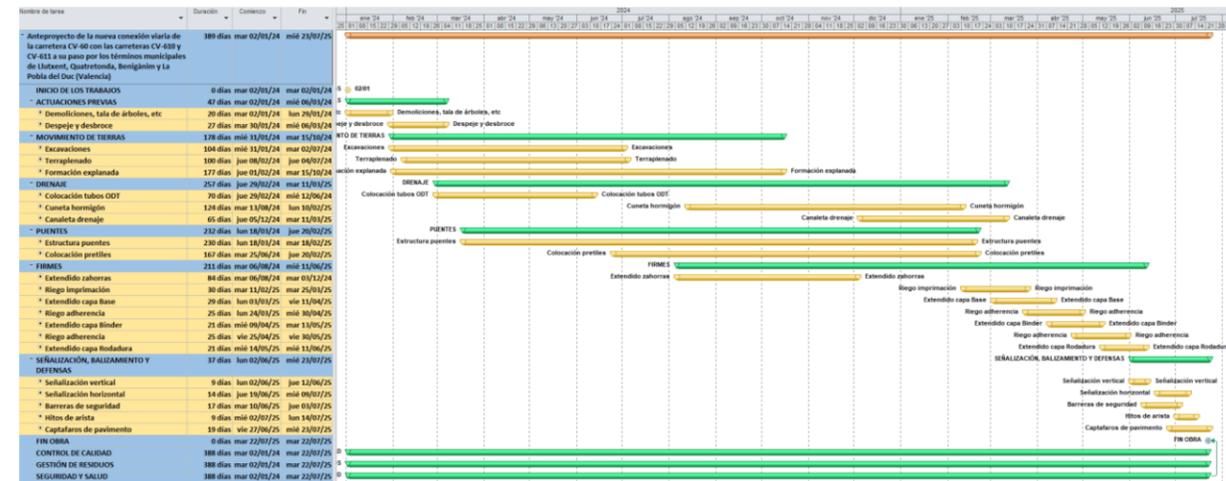


Imagen 8. Resumen del diagrama de Gantt de la actuación (Fuente: Elaboración propia)

El proyecto tiene como fecha de inicio el mes de enero de 2024, y concretamente las actividades comienzan el martes 2 de enero. En esta fecha ya deben haberse realizado todos los trámites expropiatorios para el comienzo de las actividades. La duración de proyecto es de casi 19 meses, finalizando el miércoles 23 de julio de 2025.

## VALORACIÓN ECONÓMICA

En el Documento Nº3. Valoración económica se incluyen las mediciones y cuadro de precios aplicados a las mismas para la confección del Presupuesto de Ejecución Material, cuyo resumen se desglosa a continuación en función de los capítulos contemplados para las obras proyectadas:

RESUMEN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA		
1	Movimiento de tierras	5.232.508,06

2	Drenaje	1.368.903,76
3	Firmes	10.132.445,92
4	Estructuras - Puentes	9.207.500,00
5	Expropiaciones	1.715.369,46
6	Señalización y balizamiento	3.100.085,79
7	Gestión de residuos	1.842.362,68
TOTAL		<b>32.599.175,67</b>
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>		
Presupuesto de Ejecución Material		32.599.175,67
Gastos Generales (13%)		4.237.892,84
Beneficio Industrial (6%)		1.955.950,54
Valor Estimado del Contrato		38.793.019,05
IVA (21% DEL Valor Estimado)		8.146.534,00
Presupuesto Base de Licitación		<b>46.939.553,05</b>

Tabla 30. Resumen de la valoración económica del trabajo (Fuente: Elaboración propia)

## DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO

En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, el presente proyecto consta de los siguientes documentos:

### 1. MEMORIA

- 1.1. Antecedentes y objeto
- 1.2. Situación y emplazamiento
- 1.3. Situación actual
  - 1.3.1. Geología y geotecnia
  - 1.3.2. Inventario de la red viaria
- 1.4. Análisis y evolución del tráfico
  - 1.4.1. Estaciones de aforo
  - 1.4.2. Evolución del tráfico y datos actuales
  - 1.4.3. Datos estimados de la nueva conexión viaria y prognosis del tráfico
  - 1.4.4. Caracterización del tráfico de la nueva conexión
  - 1.4.5. Nivel de servicio
  - 1.4.6. Capacidad
- 1.5. Estudio de soluciones y justificación de la solución adoptada

- 1.5.1. Planteamiento metodológico
- 1.5.2. Definición de alternativas
- 1.5.3. Criterios de evaluación
- 1.5.4. Evaluación del Método de Ponderación Lineal
- 1.5.5. Conclusión
- 1.6. Descripción de las actuaciones contempladas
  - 1.6.1. Dimensionamiento del firme
    - 1.6.1.1. Explanada
    - 1.6.1.2. Sección de firme en tronco de carretera
    - 1.6.1.3. Arcenes
    - 1.6.1.4. Dimensionamiento del firme en estructuras
    - 1.6.1.5. Resumen de la sección tipo propuesta
  - 1.6.2. Trazado geométrico
    - 1.6.2.1. Trazado en planta
    - 1.6.2.2. Trazado en alzado
    - 1.6.2.3. Coordinación planta-alzado
    - 1.6.2.4. Sección transversal
    - 1.6.2.5. Glorietas
    - 1.6.2.6. Consistencia del trazado
  - 1.6.3. Movimiento de tierras
  - 1.6.4. Hidrología y drenaje
    - 1.6.4.1. Método racional
    - 1.6.4.2. Drenaje transversal
    - 1.6.4.3. Drenaje longitudinal
    - 1.6.4.4. Drenaje en glorietas
    - 1.6.4.5. Drenaje en puentes
  - 1.6.5. Señalización y defensas
    - 1.6.5.1. Señalización vertical
    - 1.6.5.2. Señalización horizontal
    - 1.6.5.3. Balizamiento
    - 1.6.5.4. Defensas
- 1.7. Expropiaciones
- 1.8. Gestión de residuos
- 1.9. Estudio de Seguridad y Salud

- 1.10. Plan de Obra
  - 1.10.1. Medición de actividades
  - 1.10.2. Rendimiento
  - 1.10.3. Duración de actividades
  - 1.10.4. Diagrama de Gantt
- 1.11. Valoración económica
- 1.12. Documentos que componen el trabajo
- 1.13. Conclusiones

## ANEJOS A LA MEMORIA

- A1. Estudio geológico y geotécnico
- A2. Tráfico
- A3. Estudio de soluciones y justificación de la solución adoptada
- A4. Firmes y pavimentos
- A5. Trazado
- A6. Movimiento de tierras
- A7. Drenaje
- A8. Señalización y defensas
- A9. Expropiaciones
- A10. Plan de Obra

## 2. PLANOS

- 2.1. Situación y emplazamiento
- 2.2. Replanteo
- 2.3. Alineación 1 y Glorieta 1
  - 2.3.1. Planta general
  - 2.3.2. Perfil longitudinal
  - 2.3.3. Perfiles transversales
  - 2.3.4. Señalización y drenaje
- 2.4. Glorieta 2
  - 2.4.1. Planta general
  - 2.4.2. Señalización y drenaje
- 2.5. Alineación 2
  - 2.5.1. Planta general
  - 2.5.2. Perfil longitudinal

- 2.5.3. Perfiles transversales
- 2.5.4. Señalización y drenaje
- 2.6. Glorieta 3
  - 2.6.1. Planta general
  - 2.6.2. Señalización y drenaje
- 2.7. Alineación 3
  - 2.7.1. Planta general
  - 2.7.2. Perfil longitudinal
  - 2.7.3. Perfiles transversales
  - 2.7.4. Señalización y drenaje
- 2.8. Glorieta 4
  - 2.8.1. Planta general
  - 2.8.2. Señalización y drenaje
- 2.9. Alineación 4
  - 2.9.1. Planta general
  - 2.9.2. Perfil longitudinal
  - 2.9.3. Perfiles transversales
  - 2.9.4. Señalización y drenaje
- 2.10. Glorieta 5
  - 2.10.1. Planta general
  - 2.10.2. Señalización y drenaje
- 2.11. Secciones tipo
- 2.12. Detalles constructivos
  - 2.12.1. Drenaje
  - 2.12.2. Señalización
  - 2.12.3. Balizamiento y defensas

### 3. VALORACIÓN ECONÓMICA

- 3.1. Mediciones
- 3.2. Cuadro de precios nº1
- 3.3. Presupuesto por capítulos
- 3.4. Resumen del presupuesto

## CONCLUSIONES

Mediante el presente documento, "Anteproyecto de trazado de la nueva conexión viaria de la carretera CV-60 con las carreteras CV-610 y CV-611 a su paso por los términos municipales de Llutxent, Quatretonda, Benigànim y La Pobla del Duc (Valencia)", se pretende dar una respuesta a las deficiencias detectadas en el ámbito de estudio, las intrínsecas de la propia vía y su trazado, así como mejorar la seguridad vial, teniendo en cuenta los condicionantes ambientales de la zona y proporcionando a los usuarios mayor seguridad y confort en los desplazamientos. Por tanto, ante lo expuesto en este documento y el resto que conforman el Trabajo de Fin de Máster, se dan por conseguidos los objetivos propuestos para el éste.