

# TRABAJO FINAL DE GRADO

---

---

‘PROYECTO DE REMODELACIÓN DE LA CARRETERA AB-519 ENTRE LOS TÉRMINOS  
MUNICIPALES DE CASAS DE LÁZARO Y PEÑARRUBIA (PROVINCIA DE ALBACETE)’

## MEMORIA

**Autor** Ricardo Paños Palacios

**Titulación** Grado en Ingeniería de Obras Públicas

**Tutor** Francisco Javier Camacho Torregrosa

**Especialidad** Construcciones Civiles

Valencia, Abril 2015



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**Índice:**

- **Localización y Antecedentes ..... 2**
- **Objeto del Trabajo Fin de Grado ..... 2**
- **Estructuración de los trabajos ..... 2**
- **Cartografía ..... 3**
- **Estudio de soluciones ..... 3**
- **Estudio hidrológico y drenaje ..... 6**
- **Estudio geológico y geotécnico ..... 6**
- **Descripción de las obras ..... 7**
- **Trazado geométrico ..... 7**
- **Valoración ..... 8**
- **Documentos de los que consta el Trabajo Fin de Grado ..... 9**
- **Conclusión ..... 9**

### ➤ Localización y antecedentes

El tercer tramo de la carretera AB-519, entre Casas de Lázaro y Masegoso tiene una longitud de unos 12 km y forma parte del itinerario que define la carretera provincial AB-519: Balazote (Int. N-322) a Alcaraz (Int. N-322) por San Pedro, Casas de Lázaro, Masegoso y Peñascosa (antiguo CV A-1).

El uso fundamental es el de posibilitar una comunicación directa y acceso principal a varios municipios y pueblos de la Sierra de Alcaraz -para algunos es el único acceso por carretera- planteando un itinerario alternativo y paralelo a la N-322 y, además, servir de acceso directo a la zona agrícola y forestal que atraviesa.

Este tramo se encuentra asfaltado en su totalidad, aunque esta actuación se realizó hace bastante años por lo que se ha superado con creces la vida media de ese tipo de afirmado a base de un doble tratamiento superficial.

Esta situación se ve agravada por las circunstancias de limitación del ancho de la calzada y la escasa capacidad portante del tipo de afirmado, insuficiente para el tráfico actual, lo que motiva un proceso irreversible de deterioro cada vez más acentuado de la carretera. Las actuaciones de bacheo y otras necesarias por conservación ordinaria resultan ineficaces siendo necesarias cada vez con mayor frecuencia. La inutilidad y coste junto a una señalización muy limitada y obsoleta, supone un riesgo cierto para la seguridad vial.

Por estos motivos, aprobados los planes de obras en carreteras correspondientes al año 2013, en el Plan POS-2013 se incluyó la obra de: MEJORA DE FIRME Y SEÑALIZACIÓN DE LA AB-519, TRAMO: CASAS DE LÁZARO A PEÑASCOSA, 2ª FASE, p.p.k.k. 16+160 y 21+300, habiéndose efectuado un tratamiento para la conservación del firme con el empleo de una lechada bituminosa poco tiempo antes. A tal efecto, se encargó a los Ingenieros de la Excma. Diputación de Albacete el estudio y redacción de dicho Proyecto.

En el Plan POS-2009, se realizó la primera fase de actuación en este tramo, en una longitud de unos 800 metros, desde la salida del Casas de Lázaro hasta el pk 17+000. Esta obra se planteó y desarrolló con la misma estructura del tramo entre San Pedro y Casas de Lázaro, esto es la realización de un ensanche y mejora del firme hasta conseguir un ancho de calzada mínimo de 7,0 metros incluyendo la mejora y adecuación de las obras de fábrica y la señalización vertical y horizontal. Posteriormente se realizó un bacheo de las zonas más deterioradas con mezcla bituminosa en caliente, entre los p.p.k.k. 17+000 y 19+000.

Aunque no existen aforos directos, atendiendo a datos aportados por la Excma. Diputación de Albacete, se puede estimar que el tráfico que soporta es de cierta importancia para el tipo de carretera local de que se trata, estableciendo una IMD del orden de 500 vehículos, mientras que a efectos de tráfico pesado se puede considerar una IMDp ligeramente inferior a 50.

### ➤ Objeto

Con el presente Proyecto se pretende establecer las obras necesarias que permitan reducir los problemas de seguridad vial que plantea el trazado actual, el estado del firme y la señalización de la carretera provincial AB-519, tramo: Casas de Lázaro a Peñarrubia (*denominación antigua CV A-1*), con ello se atienden a las peticiones de los Ayuntamientos afectados y se da continuación a una primera fase, en este tramo, realizada en el Plan POS del año 2009.

Así, el objeto del presente Proyecto Básico denominado “PROYECTO DE REMODELACIÓN DEL TRAZADO DE LA CARRETERA AB-519 ENTRE LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CASAS DE LÁZARO Y PEÑARRUBIA (PROVINCIA DE ALBACETE)” es el estudio y la redacción de los documentos necesarios (Memoria, Planos, Presupuesto y Estudio Básico de Seguridad y Salud) a fin de definir las obras que han de efectuarse y la forma de realizarlas para la adecuación del trazado conforme a la normativa existente, así como la mejora del firme, incluyendo señalización vertical y horizontal a lo largo de un tramo de esta carretera entre los pp.kk. 16+160 y 21+300.

### ➤ Recolección de información

Como primera toma de contacto con la zona, se realiza durante el mes de julio una visita y reconocimiento del tramo. Durante esta visita se inspecciona la orografía del lugar, los taludes naturales del terreno y sus características básicas. También se localizan las obras de drenaje transversal del trazado actual, observando y anotando sus características y medidas más significativas. El resto de información utilizada se detalla en los apartados correspondientes

### ➤ Estructuración de los trabajos

En el presente trabajo, “PROYECTO DE REMODELACIÓN DE TRAZADO DE LA CARRETERA AB-519 ENTRE LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CASAS DE LÁZARO Y PEÑARRUBIA ( PROVINCIA DE ALBACETE )”, se ha diseñado el trazado geométrico y la estructura de firmes del tramo comprendido entre los p.p.k.k. 16+160 y 21+300.

Para ello se ha llevado a cabo la **Evaluación de la situación actual** del tramo de dicha vía entre las localidades de Casas de Lázaro y Peñarrubia, estableciendo propuestas de mejora para solventar los problemas localizados y garantizando la seguridad y comodidad de todos los usuarios

Posteriormente se ha desarrollado y justificado la solución geométrica adoptada, incluyendo los listados y planos que definen completamente el trazado en planta y en alzado, así como la sección transversal. Éste documento consta además de una propuesta de balizamiento, defensas, señalización vertical y señalización horizontal basada en las normas y recomendaciones españolas.

Además, en base a las especificaciones de la norma vigente, se recoge el tipo de explanada y paquete de firme seleccionado en función de las características de tráfico pesado y de otros condicionantes, quedando gráficamente definido en el plano de sección tipo.

Paralelamente se ha desarrollado el dimensionamiento estructural de aquellas obras necesarias para la realización de la obra. La estructura de mayor importancia es la obra de paso que permite salvar la Rambla de Peñarrubia, resuelta mediante el pontón P4 de la colección de Pequeñas Obras de Paso de 1985 (4.2 IC). Además de las relativas a drenaje transversal que se detalla en el anejo correspondiente.

Por último se ha realizado el Presupuesto dividido en capítulos, donde se recoge la totalidad de las obras necesarias para llevar a cabo la actuación.

### ➤ CARTOGRAFÍA

Para la realización de este proyecto se han utilizado las siguientes fuentes de información:

-Instituto Geográfico Nacional, del que fue descargada la Hoja 815 MTN50, compuesta por líneas de nivel a escala 1:5000, resultando indispensable el desarrollo de los trabajos.

-Google Earth

-www.mapa.es/sigpac

-Mapa Topográfico de Castilla La Mancha

-Reseñas y coordenadas de los vértices geodésicos. Red Instituto Geográfico Nacional.

### ➤ Estudio de soluciones

#### Bases de partida:

El objeto del presente proyecto básico es la remodelación del trazado de la carretera AB-519 entre las localidades de Casas de Lázaro y Peñarrubia en la provincia de Albacete. Por ello se intentará en la medida de lo posible adaptarse al trazado existente actualmente, con el fin de reducir el movimiento de tierras y la afección a los terrenos colindantes.

En primer lugar se ha tenido que decidir la velocidad de proyecto que se aplicará en el nuevo trazado, optándose finalmente por una velocidad de 60 km/h frente a la otra opción de 40 km/h. Velocidades de proyecto superiores a 60 km/h quedan descartadas por los condicionantes orográficos del lugar.

#### Trazado en planta:

Para poder cumplir con la normativa actual de trazado en España (3.1 I.C.) ha sido necesario aumentar considerablemente los radios de las curvas, con un mínimo de 130 metros para una carretera C-60, así como respetar las longitudes mínimas de tramos rectos entre curvas. Esto ha impedido que la nueva vía discorra sobre la antigua en toda su extensión y ha hecho necesario realizar nuevos desmontes y terraplenes.

#### Trazado en alzado:

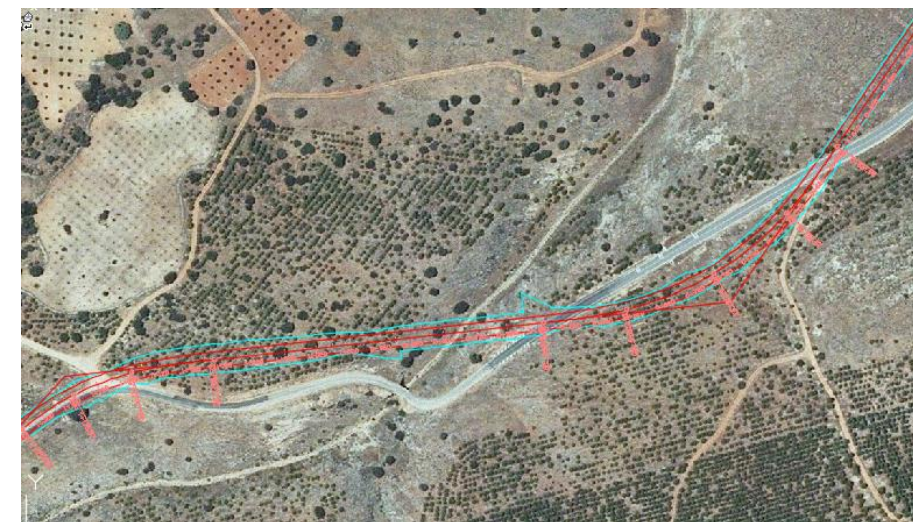
Con la misma premisa de seguir el trazado actual, se ha tratado de asemejar lo máximo posible el nuevo alzado al existente, resultando difícil en muchos de los tramos puesto que los cambios en planta condicionaban estas elevaciones. Se ha puesto mayor hincapié en las zonas en las que se sabe que existe una circulación de agua con el fin de colocar el drenaje transversal afectando lo mínimo posible a estos cauces naturales.

Durante el diseño de la carretera han surgido diferentes alternativas que se han ido estudiando y valorando tanto técnica como económicamente hasta llegar a la solución final.

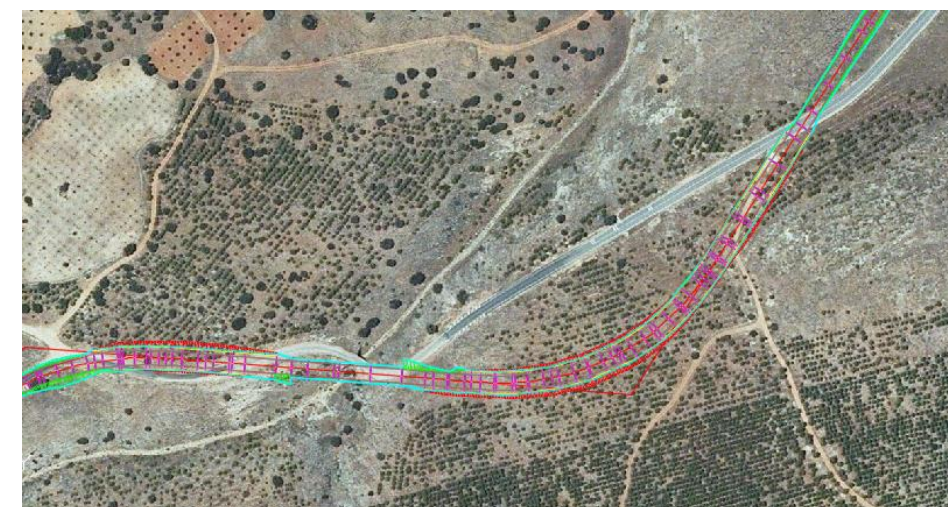
#### ❖ Colocación del pontón P4

En las siguientes imágenes se pueden apreciar dos de las alternativas tenidas en cuenta para salvar el desnivel correspondiente a la Rambla Peñarrubia.

OPCIÓN 1



OPCIÓN 2





	VOL. DESMONTE (m³)	VOL. TERRAPLÉN (m³)	Long. Obra de paso (m)
OPCIÓN 1	62.230	52.133	100
OPCIÓN 2	62.937	52.982	70

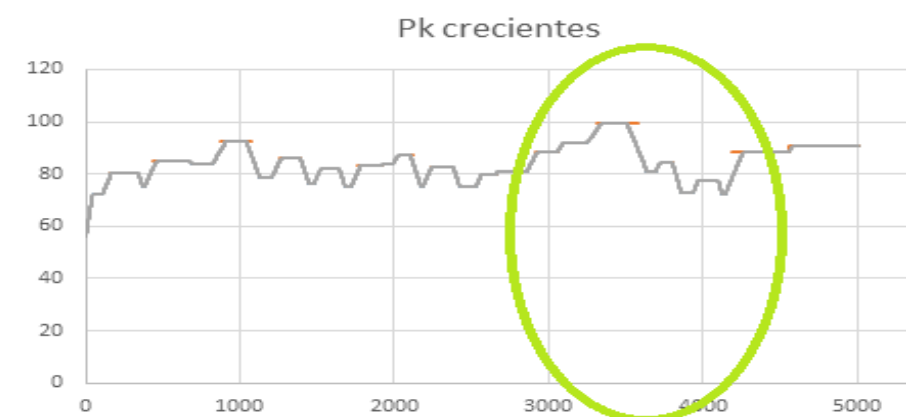
La tabla anterior muestra el volumen acumulado de desmonte y terraplén para toda la carretera, en las que la única diferencia es el tramo que nos ocupa.

A pesar de que la opción 2 genera un volumen mayor de movimiento de tierras, se ha optado por incluir esta en la solución final puesto que, al incidir con un ángulo más próximo a 90 grados, se reduce la longitud de la obra de paso de 100 a 70 metros. Además en este caso se superpone la carretera de diseño con la existente en una longitud mayor, al igual que la obra de paso, minorando la ocupación de nuevos terrenos en este tramo.

❖ **Cambio de trazado en planta por motivos de seguridad**

Entre los Pks 3+300 y 3+800 se planeó en un principio el trazado en planta que se observa en la imagen "OPCIÓN 1". Tras realizar el análisis de velocidad de operación basado en el modelo desarrollado por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) se observa que la reducción de velocidad en las alineaciones consecutivas podría generar problemas de seguridad (acorde con el criterio de consistencia II de Lamm). En el gráfico siguiente se observa esta reducción de velocidades.

**OPCIÓN 1**

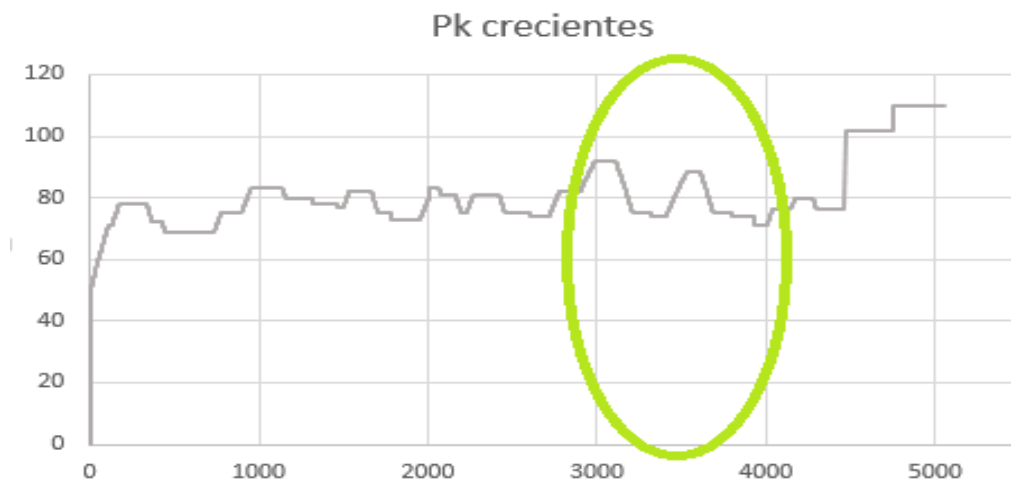


Para solucionar el problema antes descrito se opta por incluir una alineación curva de manera que la reducción de velocidades no sea tan acusada. En la imagen "OPCIÓN2" se observa el resultado del nuevo tramo que será el que se use en el diseño final.

**OPCIÓN 2**







❖ Localización de cruce

La restitución del acceso al camino vecinal que lleva al municipio de “El Berro” ha sido otro de los puntos en los que se han barajado varias posibilidades. A continuación se muestran las tres alternativas.

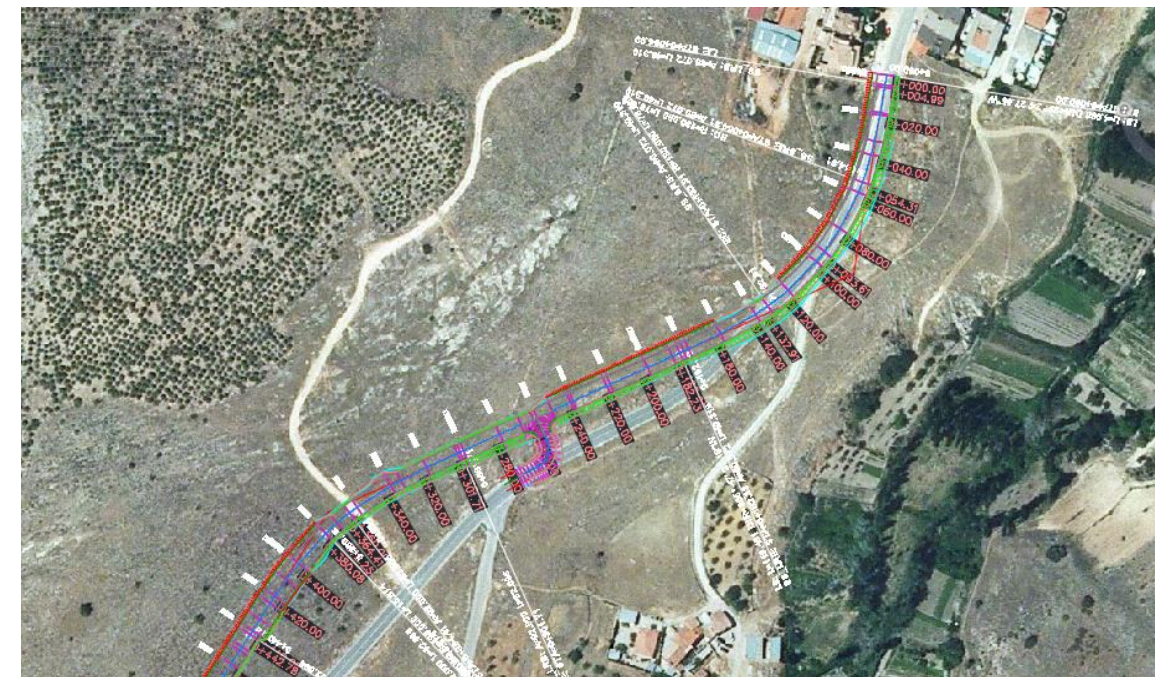
OPCIÓN 1



La primera alternativa consiste en la ubicación del cruce en el P.k. 0+060. El hecho de que coincida en planta con el lado exterior de la primera curva a derechas en sentido creciente de p.p.k.k., unido a que no hay grandes desniveles en el tramo lo hacen que se considere esta como primera ubicación posible.

Aunque se aprovecha parte del antiguo trazado de la AB-519, la necesidad de construir un tramo que enlace este con el cruce supondrá un aumento del volumen de movimiento de tierras así como de los materiales que conforman la vía.

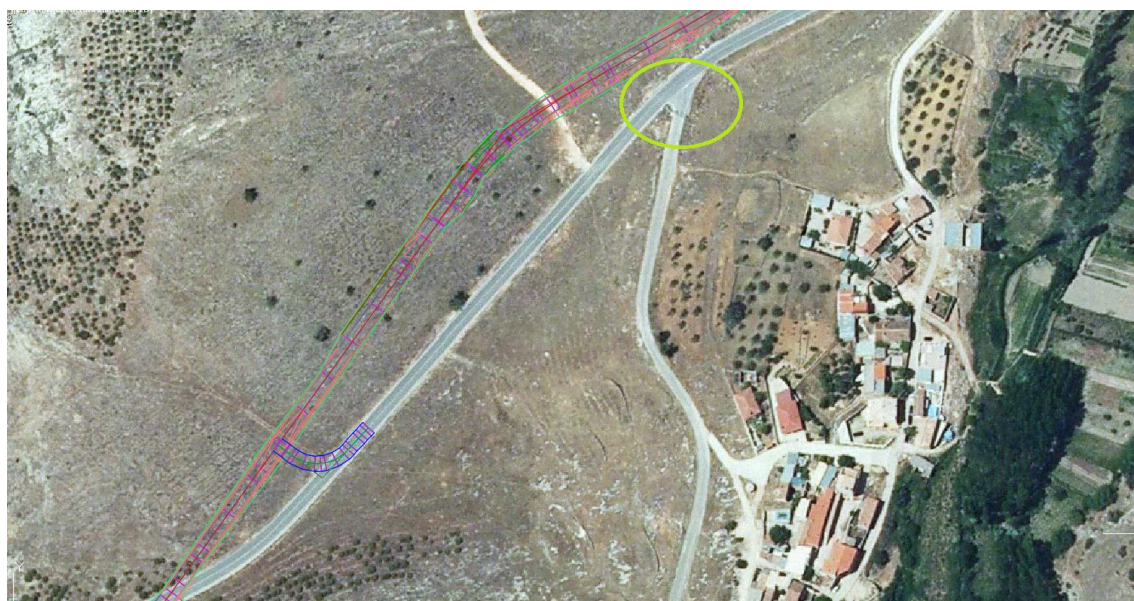
OPCIÓN 2



En segundo lugar se estudian las características del P.k. 0+260 como emplazamiento del cruce. En este caso se observa que la actuación sería de menor envergadura. Al situarse muy próximo a la antigua intersección, permite enlazar el camino vecinal con la nueva vía proyectada minorando el gasto en tiempo y dinero.



**OPCIÓN 3**



La “OPCIÓN 3” aprovecha un buen tramo de la vía existente y sus condiciones de visibilidad son aptas para la localización de un cruce. Sin embargo no se ha elegido como alternativa debido que, como se muestra en la imagen, los conductores encontrarían un giro muy pronunciado precedido de una recta de 240 metros y podría ocasionar problemas de seguridad.

Finalmente se escoge la “OPCIÓN 2”, cuya visibilidad de cruce supera la exigida por la normativa y conlleva un menor coste económico.

	Visibilidad de cruce (m)	Visibilidad necesaria (m)	Cumple
Pk creciente	170	163	SI
Pk decreciente	420	163	SI

➤ **ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DRENAJE**

Como conclusiones del Estudio Hidrológico y Drenaje recogido en el Anejo B de la presente Memoria, podemos mencionar el drenaje longitudinal y transversal necesario.

**Drenaje Longitudinal**

Para el drenaje a pie de desmonte colocaremos una cuneta de sección triangular de seguridad, con un talud interior 6:1 y 2 metros de anchura, un talud exterior en correspondencia con el desmonte del terreno de 1:1 metros, una base superior de 2.40 metros y una altura de 0.35 metros. Esta cuneta irá revestida de hormigón.

Para el drenaje en terraplén colocaremos un bordillo de cabeza circular en la cabeza del mismo. Siguiendo la instrucción 5.2-IC colocaremos bajantes de 1x0.6 metros a una distancia máxima de 50 metros, conforme a lo indicado en el plano número 1 de planos del apartado Planos de detalle.

**Drenaje Transversal**

El drenaje transversal estará compuesto por 10 marcos de 1500 x 1500 mm y un marco de 2000 x 2000 mm. Puesto que se comprueba que las obras de drenaje localizadas en el trazado actual cumplen con su cometido sin ningún problema, se ha tenido en cuenta esta disposición, además de añadir otras donde según el estudio hidrológico se ha considerado oportuno.

Como obra de drenaje característica cabe mencionar el pontón P4 colocado entre los Pks 0+980 y 1+050, con un ancho de 5 metros y una longitud de 14 metros.

La tercera alternativa se sitúa algo más alejada del municipio “Casas de Lázaro”, concretamente en el P.k 0+580. Al igual que la primera, en esta alternativa se aprovecha un tramo del antiguo trazado de la carretera, uniéndose con la nueva vía en el punto que reúne las mejores condiciones de visibilidad.

En la siguiente tabla se muestra, a modo de resumen, las características principales de las tres alternativas.

	Longitud (m)	Total desmonte (m <sup>3</sup> )	Total terraplén (m <sup>3</sup> )	Visibilidad de cruce	
				Pk creciente	Pk decreciente
Opción 1	129,6	0	1380	80	597
Opción 2	46	0	375	170	420
Opción 3	51,5	0	393	239	228

La “OPCIÓN 1” queda descartada puesto que, aunque la visibilidad es adecuada, su longitud obliga a un mayor movimiento de tierras y un aumento de los materiales que conforman el firme.

➤ **ESTUDIO GEOTÉCNICO**

El estudio geológico y geotécnico que se ha usado como referencia para este proyecto fue encargado a la empresa BESLAND S.A. y está presente en el apéndice al anejo geotécnico de esta memoria.

A lo largo de dicho Anejo se describe el reconocimiento geológico de los materiales atravesados por la traza, así como sus parámetros geotécnicos y características de cara a la definición de la categoría de explanada, dimensionado de taludes, materiales para las secciones de firme, etc.

El terreno afectado es, en su mayoría, sustrato Jurásico, y se compone de fragmentos de roca en matriz de arenas arcillosas con fragmentos de roca caliza tamaño grava a bolo con forma irregular, subangulosa y un empaquetado irregular.

Características Identificación de la Unidad Qec							
MUESTRA	Granulometría (% de pase por tamices UNE)				Límites Atterberg		
	20	2	0,40	0,08	LL	LP	IP
CR-5	76,5	36	19,1	12,3	26,7	16,7	10

Características Estado, Químicos y de Compacidad de la Unidad Qec							
MUESTRA	PROCTOR		CBR	Mat. Org. (%)	Carbonatos (%)	Sulfatos (%)	Sales solubles (%)
	$\gamma_{max}$ (t/m <sup>3</sup> )	W <sub>óptim</sub> (%)					
CR-5	2,12	8,7	86	0,5	25,6	0,01	0,04

Según los estudios realizados el tipo de terreno que encontramos permite un talud en desmorte de 1H:1,5V, aunque se opta finalmente por adoptar el valor 1H:1V debido a la gran variabilidad de discontinuidades que presenta el terreno.

En cuanto al relleno se considera que con un talud de 3H:2V se obtienen rellenos estables y no aparecerán excesivas deformaciones.

➤ **DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

**8.1-. Introducción**

La solución adoptada consiste en la construcción de una carretera de longitud total 5052 metros, la construcción de cunetas revestidas de 10 cm de espesor y la colocación de los elementos de drenaje transversal. La estructura más significativa es un pontón P4 de 70 metros de longitud con el que se salva el desnivel correspondiente a la rambla Peñarrubia.

De acuerdo con lo anterior las obras a realizar consisten en lo que se detalla a continuación:

**Movimiento de Tierras**

- Excavación en desmorte conforme al diseño con un volumen total de 71.758 m<sup>3</sup>, de los cuales 9.528 m<sup>3</sup> corresponden a tierra vegetal.
- Excavación de capa de tierra vegetal sobre la superficie que servirá de base a los terraplenes generados, con un volumen total 6.169 m<sup>3</sup>.
- Terraplén, con suelo procedente de desmorte y perfilado conforme a las secciones transversales adjuntas en planos, con un volumen total de 52.134 m<sup>3</sup>.
- Perfilado de cunetas.

**Obras de Fábrica**

- Marco prefabricado de hormigón armado de 1500 x 1500 mm, 10 unidades con un total de 140 metros de longitud y sus correspondientes aletas.
- Marco prefabricado de hormigón armado de 2000 x 2000 mm, 1 unidad de 18 metros de longitud con sus correspondientes aletas.
- Construcción de cuneta revestida, con losa de hormigón HM-20.

En los planos correspondientes figuran los datos del pontón y marcos.

➤ **Valoración**

En el Anejo “Justificación de Precios”, se ha calculado partiendo de los costes de materiales en su origen, del transporte necesario, del coste actual de la mano de obra según último convenio de la zona, y de los rendimientos más usuales.

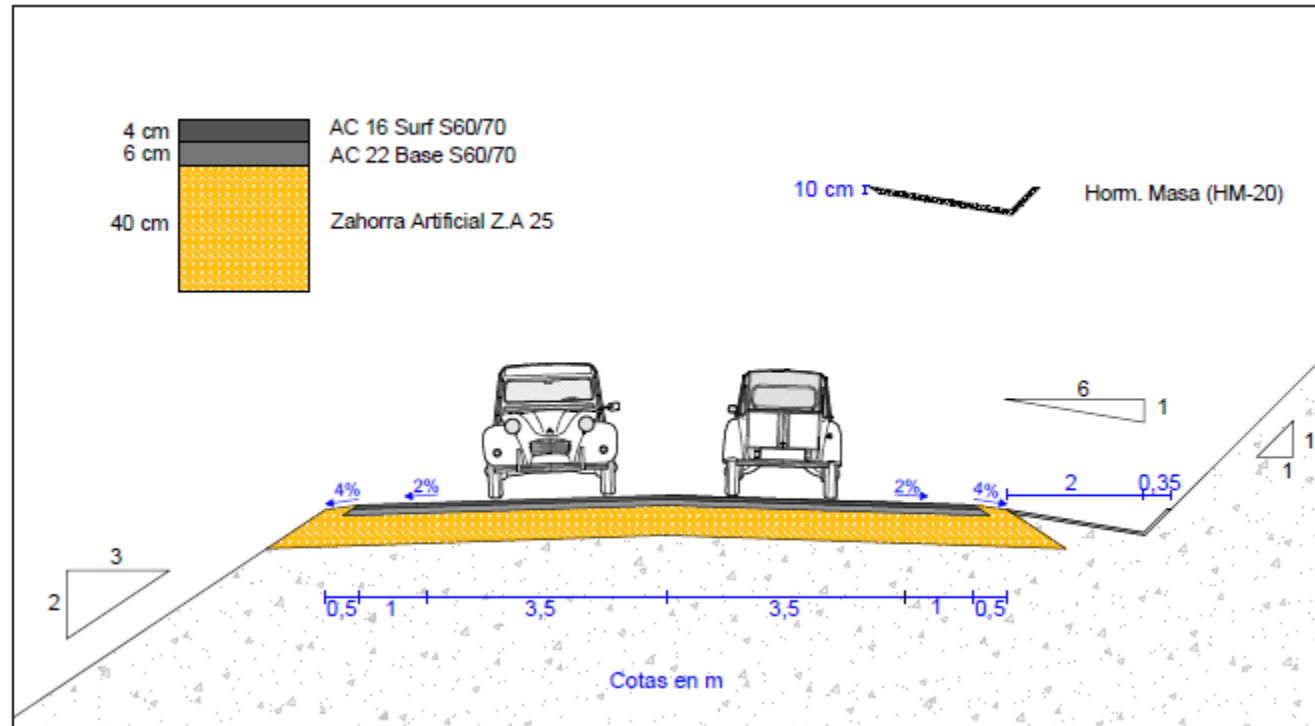
➤ **TRAZADO GEOMÉTRICO**

Este proyecto consiste en la remodelación de trazado, quedando definida la vía como carretera convencional de doble sentido de circulación. A lo largo de todo el trazado se diferencian dos secciones tipo diferentes. La primera de ellas y predominante consiste en carriles de 3,5 metros de ancho, 1 metro de arcén y 0,5 metros de berma.

La segunda se localiza en el paso sobre la obra de drenaje pontón P4, en la que se elimina la berma y se sustituye por bordillo montante y acerado, como se puede observar en las siguientes imágenes.



SECCIÓN TIPO GENERAL



Para el diseño de planta, alzado y sección transversal se ha utilizado el programa informático Civil 3D 2015, de la compañía Autodesk. Esta misma herramienta se ha usado para obtener los estudios de visibilidad básicos, tanto de adelantamiento como de cruce. Posteriormente han sido tratados con la herramienta Microsoft Excel 2013, con la que también se han realizado tablas y gráficos que los acompañan.

La realización de planos ha sido realizada con el mismo programa Civil 3D y retocados con el programa de la misma compañía AutoCad 2015.

En todo momento se ha seguido la instrucción sobre trazado vigente en España, Norma 3.1 I.C. por la que se definen como parámetros limitantes los siguientes:

Normativa 3.1 I.C.				
Velocidad proyecto (Km/h)	Radio mínimo (m)	Pendiente máx. (%)	Kv convexo (m)	Kv cóncavo (m)
60	130	6	1085	1374

En el diseño del trazado en planta, tal y como indica la normativa citada, se han empleado tres tipos de alineaciones; recta, curva circular y clotoide como curva de transición entre las dos anteriores.

En todo momento la carretera se define como convencional de doble sentido de circulación. La sección transversal se compone de carriles de 3,5 metros, arcenes de 1,5 metros y bermas de 1 metro.

En el Pk 0+260 se localiza la intersección con el camino vecinal que lleva al municipio "El Berro". Para la situación de dicha intersección se ha tenido en cuenta la visibilidad en ambos sentidos considerando la velocidad específica del tramo, siendo esta más restrictiva que la mínima por normativa y por tanto resultando más segura.

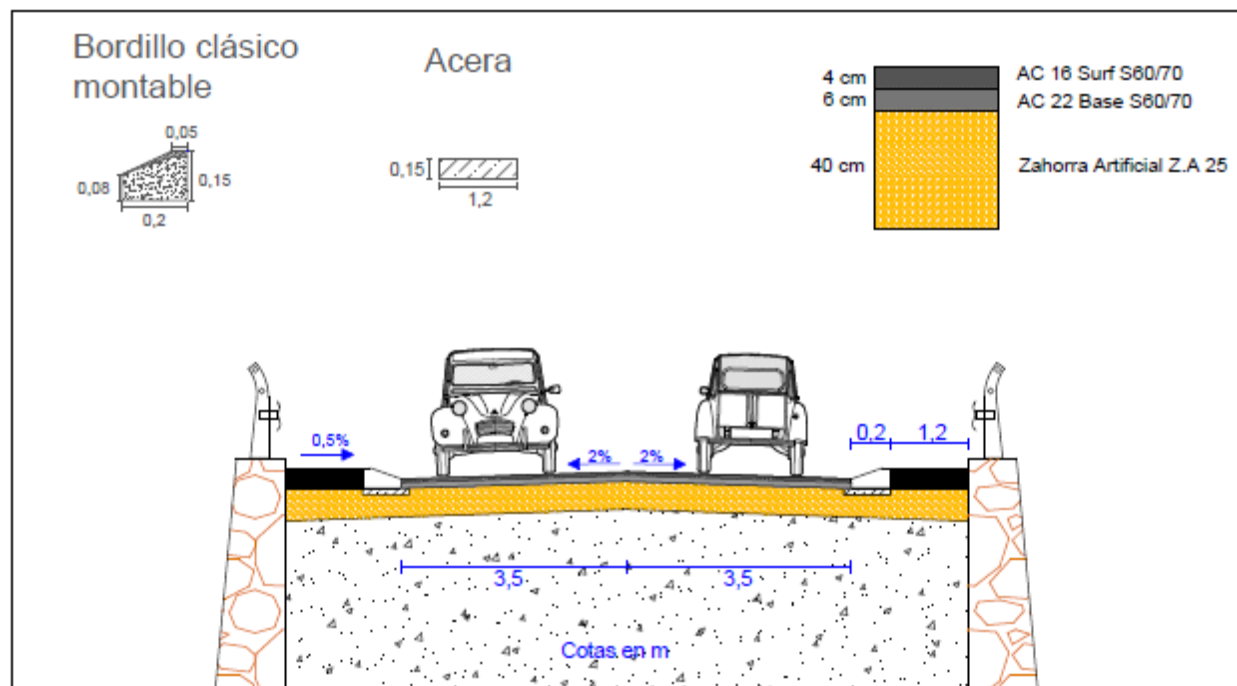
➤ **Valoración**

En el Documento "PRESUPUESTO" se ha calculado partiendo de los costes de materiales en su origen, del transporte necesario, del coste actual de la mano de obra según último convenio de la zona, y de los endimientos más usuales.

➤ **Documentos que componen el presente Trabajo de Fin de Grado**

**DOCUMENTO N.1: MEMORIA Y ANEJOS**

SECCIÓN TIPO PONTÓN P4



Memoria

Objeto del Trabajo Fin de Grado  
 Localización y Antecedentes  
 Estructuración de los trabajos  
 Cartografía  
 Estudio de soluciones  
 Estudio hidrológico y drenaje  
 Estudio geológico y geotécnico  
 Descripción de las obras  
 Trazado geométrico  
 Valoración  
 Documentos de los que consta el Trabajo Fin de Grado  
 Conclusión

Anejos

Estudio geotécnico  
 Estudio hidrológico y drenaje  
 Movimiento de tierras  
 Trazado geométrico  
 Firmes  
 Señalización, balizamiento y defensas

**DOCUMENTO N.2: PLANOS**

Situación  
 Planta general  
 Planos Planta-Perfil  
 Secciones transversales  
 Detalles  
 Obras de fábrica  
 Drenaje en planta

**DOCUMENTO N.3: PRESUPUESTO**

Valoración

Apéndices

Precios elementales

Mediciones

Cuadros de precios

Precios unitarios con medición

Valoración

**DOCUMENTO N.4: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**CONCLUSIÓN**

Se estima que con lo expuesto en la presente Memoria y con los Documentos reseñados, este Trabajo Fin de Grado cumple con los requisitos necesarios establecidos por la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Valencia.

El presente Trabajo Fin de Grado ha sido realizado conforme a la normativa técnica y administrativa en vigor.

**Valencia, Abril 2015**

**Fdo: Ricardo Paños Palacios**