



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**PROYECTO BÁSICO DE ACONDICIONAMIENTO DE LA N-332  
ENTRE EL PK-192 Y EL PK-195 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
PEDREGUER (ALICANTE)**

**TRABAJO FINAL DE GRADO**

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

AUTOR:

*MANUEL MARTÍNEZ SÁNCHEZ*

TUTOR:

*ÁLVARO CUADRADO TARODO*

## CONTENIDO GENERAL

### DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ANEJO Nº1: SITUACIÓN ACTUAL Y ANTECEDENTES

ANEJO Nº2: ANÁLISIS DEL TRÁFICO

ANEJO Nº3: TRAZADO GEOMÉTRICO

ANEJO Nº4: ESTUDIO DEL DRENAJE

ANEJO Nº5: FIRMES

### DOCUMENTO Nº2: PLANOS

### DOCUMENTO Nº3: RELACIÓN VALORADA



# DOCUMENTO N°1: MEMORIA

AUTOR: Manuel Martínez Sánchez

TUTOR: Álvaro Cuadrado Tarodo

## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	5
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	5
3. LOCALIZACIÓN .....	5
4. ANÁLISIS DEL TRÁFICO .....	6
4.1. Clasificación del tráfico .....	6
4.2. Nivel de servicio.....	7
5. ESTUDIO DEL TRAZADO .....	8
5.1 Clasificación de las carreteras.....	8
5.2 Diseño del trazado .....	8
5.2.1 Trazado en planta .....	9
5.2.2. Trazado en alzado.....	10
6. FIRMES.....	13
6.1. Clasificación del suelo de la traza .....	13
6.2. Análisis de los tipos de explanadas.....	13
6.3. Análisis de los tipos de firmes .....	15
6.4. Solución propuesta .....	15
7. ESTUDIO DE DRENAJE .....	17
7.1. Estudio hidrológico .....	17
7.2. Propuesta de drenaje .....	19
7.2.1. Solución del drenaje longitudinal.....	19
7.2.2. Solución del drenaje transversal .....	21
8. EXPROPIACIONES .....	21
9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	22

## 1. ANTECEDENTES

El proyecto a realizar se ubica en la carretera N-332 entre el PK 192+000 y PK 195+000, a la altura del municipio de Pedreguer perteneciente a la provincia de Alicante.

La carretera objeto de estudio, pertenece a la Red de Carreteras del Estado, tiene una longitud de 386 km y unía diferentes localidades del sureste de España, es la única carretera nacional que conecta dos capitales de provincia (Valencia y Alicante, la tercera y undécima ciudades españolas) que mantiene la mitad de su trazado (90 kilómetros) con calzada simple en ambos sentidos, sin mediana ni arcenes escasos y que aún discurre por el interior de 11 poblaciones. También ostenta el dudoso honor, junto a la N-340, de ser una de las carreteras más peligrosas de la Comunitat Valenciana, según la Dirección General de Tráfico, quien ya contabilizó en 2010 que la N-332 tenía 28 tramos de concentración de accidentes (fragmentos de carreteras de un kilómetro de distancia, como mínimo, con un riesgo de accidente superior a la media).

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es analizar la situación actual de la carretera nacional N-332, entre el PK 192+000 y el PK 195+000, así como proponer un acondicionamiento de la misma, llevado a cabo con la construcción de dos vías de servicio y de una glorieta cuya finalidad sea principalmente la de aumentar la seguridad y el confort de los usuarios de la carretera.

Todos estos estudios se encuentran recogidos en la presente memoria, alcanzando un mayor grado de detalle en los anejos del proyecto.

## 3. LOCALIZACIÓN

A continuación, se puede observar la localización exacta del tramo donde se va a llevar a cabo el acondicionamiento, donde se observa que se encuentra en España dentro en el Municipio de Pedreguer perteneciente a la provincia de Alicante, en la carretera N-332 entre los puntos kilométricos PK 192+000 y PK195+000.

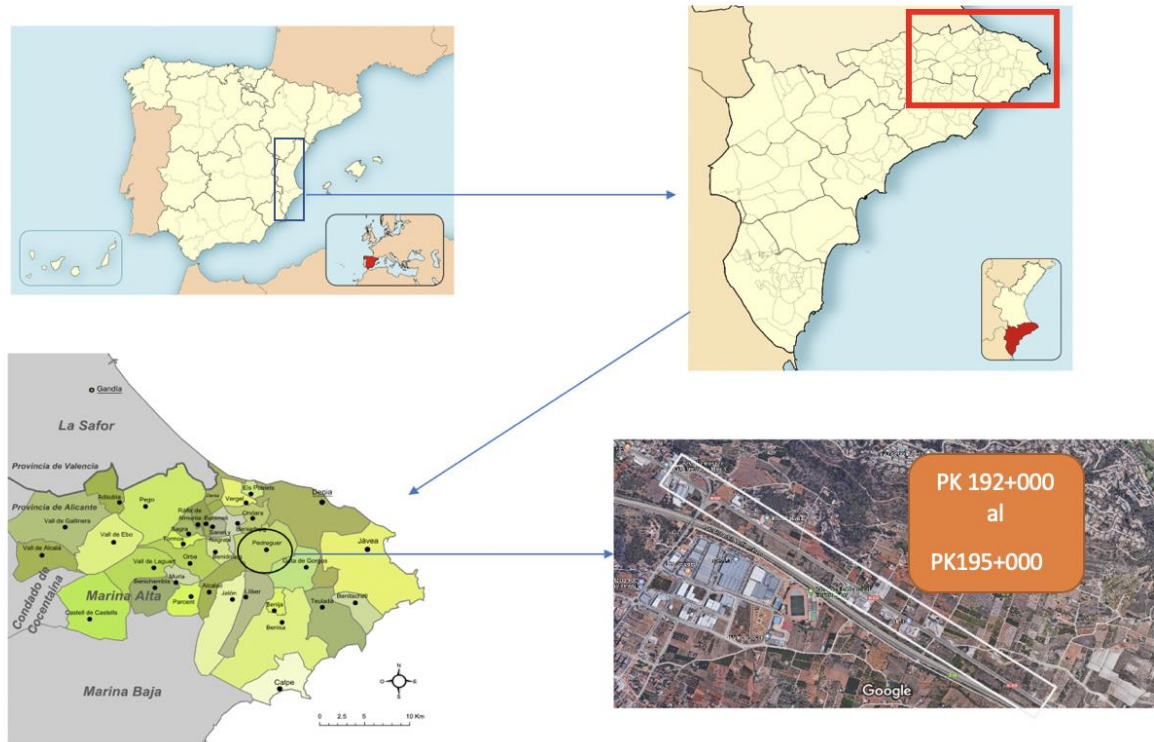


Figura 1: Localización y emplazamiento. (Fuente: Elaboración propia)

## 4. ANÁLISIS DEL TRÁFICO

### 4.1. Clasificación del tráfico

La carretera N- 332 pertenece al Ministerio de Fomento de España, de donde se ha sacado la información del tráfico, gracias al análisis que se ha realizado de la estación de aforo A-190-3, situada en el PK 192+000. Los datos obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IMD	20411	18517	18594	17321	17638	16284	17020	16813	16392	17765	18608
IMD ligeros	18485	16563	17025	15824	16026	14883	15731	15407	15003	16535	17285
IMD pesados	1679	1690	1455	1376	1374	1193	1194	1236	1210	1230	1323
%P	8.23	9.13	7.8	7.9	7.8	7.3	7	7.3	7.4	6.9	7.1
%Crecimiento	39.11	-9.28	0.42	-6.85	1.83	-7.68	4.52	-1.22	-2.5	8.38	4.75

Tabla 1: Evolución del tráfico desde el año 2007 al 2017 (Fuente: Elaboración propia)

Por otro lado, sabiendo que el proyecto se está desarrollando en el año 2019, se estima que el año en puesta en servicio es el año 2021 y por consiguiente el año horizonte será el año 2039, 20 años después del actual. Tomando como referencia los datos proporcionados por la estación de aforo del año 2017 y gracias al factor acumulativo que tiene en cuenta el crecimiento del tráfico estimado, es posible calcular la IMD para el año de puesta en servicio y horizonte:

$$IMD_t = IMD_i \cdot (1+p)^n = 18608 \cdot \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2021-2017} = 19703 \text{ vehículos/día}$$

$$IMD_{tp} = IMD_{pi} \cdot (1+p)^n = 1323 \cdot \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2021-2017} = 1400 \text{ vehículos pesados/día}$$

$$IMD_t = IMD_i \cdot (1+p)^n = 18608 \cdot \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2039-2017} = 25486 \text{ vehículos/día}$$

$$IMD_{tp} = IMD_{pi} \cdot (1+p)^n = 1323 \cdot \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2039-2017} = 1812 \text{ vehículos pesados/día}$$

Para poder determinar la categoría de tráfico, se analizarán los datos correspondientes al año de puesta en servicio y según lo establecido por la Norma 6.1 IC Secciones de firme se obtiene que la categoría de tráfico de la carretera N-332 es de T2.

Para saber la categoría de tráfico que habrán en las vías de servicio se sigue lo estipulado por normativa donde indica lo siguiente: " Salvo justificación en contrario, en las vías de servicio no agrícolas de autopistas, autovías y otras carreteras de calzadas separadas (excepto en las de categorías de tráfico pesado T00 y T0, para las que es preceptivo un estudio específico) se podrán considerar secciones estructurales especificadas para dos categorías de tráfico pesado menos que la que corresponda a la calzada principal".

En definitiva, se decide escoger dos categorías de tráfico inferior a la principal, cumpliendo así lo establecido por la norma 6.1 IC. Según la siguiente tabla dos categorías inferiores suponen estar en una T32. Aunque visto que la N-332 tiene casi un tráfico T1 y para estar del lado de la seguridad se propone para las vías de servicio un tráfico T31.

## 4.2. Nivel de servicio

A la hora del cálculo del nivel de servicio se ha realizado un estudio según el tiempo en cola (PTSF) donde se ha analizado la carretera N-332 en el año actual en el año de puesta en servicio y en el año horizonte sin el acondicionamiento y tras el acondicionamiento, así como los niveles de servicio de las vías de servicio en el año de puesta en servicio y el año horizonte. Estos se resumen en las siguientes tablas:

N-332										
AÑOS	Sin acondicionamiento						Tras acondicionamiento			
	Actual		Puesta en Servicio		Horizonte		Puesta en Servicio		Horizonte	
Sentido	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
PTSF	89,1	81,1	88,9	82,7	93,9	88,2	82,3	67,6	84,9	73,6
Nivel de Servicio	E	D	E	D	E	E	D	C	D	D

Tabla 2: Nivel de servicio de la N-332. (Fuente: Elaboración propia)

Año	Vía de servicio 1		Vía de servicio 2	
	Puesta en servicio	Horizonte	Puesta en Servicio	Horizonte
PTSF	45,3	37,8	54,8	46,2
Nivel de servicio	B	A	B	B

Tabla 3: Nivel de servicio de las vías de servicio. (Fuente: Elaboración propia)

Por lo tanto, gracias al acondicionamiento que se ha realizado se ha conseguido disminuir considerablemente el tiempo en cola de los usuarios de la carretera, reduciendo en el nivel de servicio tanto en el año de puesta en servicio como en el año horizonte.

## 5. ESTUDIO DEL TRAZADO

### 5.1 Clasificación de las carreteras

La carretera nacional N-332 existente es una carretera convencional que pertenece al Grupo 3 y se puede catalogar como una C-80, mientras que las dos vías de servicio se han proyectado para una carretera C-40C-40 (tabla 3 del apartado 3.1.2.3. de la Norma 3.1 IC Trazado).

A efectos de normativa se ha considerado que el tramo de la carretera nacional de tipo periurbano (según apartado 2.6 de la norma 3.1-IC), lo cual condicionará el diseño de las distancias de algunos tramos entre las conexiones de los nuevos trazados proyectados.

### 5.2 Diseño del trazado

Para el diseño del trazado de las vías de servicio se ha tenido en cuenta:



-Trazado en planta

-Trazado en alzado

-Sección transversal

-Carriles y cuñas de cambio de velocidad

### 5.2.1 Trazado en planta

Para el diseño del trazado en planta se ha basado en los siguientes criterios:

- **Curvas circulares:** Debido a que no se ha podido encajar el trazado con radios de curvas inferiores a 85 metros (pero sí mayores de 50), sumando a esto que era necesario expropiar demasiadas propiedades particulares, se ha optado por una carretera de tipo C-40, como se puede ver en la siguiente tabla:

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

Tabla 1: : Relación velocidad de Proyecto-Radio Mínimo-Peralte Máximo. (Fuente: Norma 3.1 IC Trazado.)

- **Curvas de acuerdo:** Debido a que los radios de las curvas son inferiores a 2500 metros sería necesario utilizar curvas de acuerdo, donde se han cumplido los siguientes valores mínimos que nos indica la Norma 3.1I-C:

- 1) Por condiciones de aceleración centrífuga (caso unión clotoide-recta-curva circular):
- 2) Por transición de peralte.
- 3) Por condiciones de visibilidad.

### 5.2.2. Trazado en alzado

Para el trazado en alzado de este proyecto se ha tenido en cuenta el cumplimiento de los siguientes criterios:

- **Inclinación de rasante:** Para una vía tipo C-40 según la Norma 3.11-C la inclinación máxima es del 7% y la excepcional del 10%, se cumplen con estos máximos (ver perfil longitudinal).

Por otra parte, no se deberán disponer ni rampas ni pendientes, salvo justificación en contrario, cuyo tiempo de recorrido a la velocidad de proyecto ( $V_p$ ), sea inferior a diez segundos. En nuestro **caso la distancia deberá ser mayor que 111 metros** (medida entre vértices consecutivos). Ver planos.

Con relación a la pendiente mínima, en todos los tramos es superior al 0,5% y en casos excepcionales al 0,2% ya que se ha tenido que ajustar la rasante en la mayor parte de sus trazados al terreno existente debido a las edificaciones anexas.

- **Acuerdos verticales:** Para una vía del grupo 3 y una velocidad de proyecto de 40 km/h los parámetros mínimos de los acuerdos verticales convexos para cumplir con la visibilidad de parada es  $k_v=250m$ , y para los acuerdos cóncavos son  $k_v=760 m$ .

Los valores obtenidos para las curvas de acuerdo vertical han sido los siguientes:

	VIAL 1-NORTE				
	TIPO	P.K INICIO	P.K. FINAL	Kv	L (m)
<b>Tramo 1</b>	Convexo	0+036,02	0+104,13	9.296,20	68,11
<b>Tramo 2</b>	Cóncavo	0+664,32	0+726,84	13.754,64	62,52
<b>Tramo 3</b>	Cóncavo	1+190,61	1+241,90	11.866,99	51,30
<b>Tramo 4</b>	Cóncavo	1+600,00	1+666,72	3.299,69	66,72
<b>Tramo 5</b>	Cóncavo	1+725,84	1+793,14	6.825,97	67,30
<b>Tramo 6</b>	Convexo	1+848,62	1+893,62	606,81	45,00
<b>Tramo 7</b>	Cóncavo	1+895,90	1+936,95	1.366,52	41,05

	VIAL 2-SUR				
<b>Tramo 8</b>	Cóncavo	0+039,35	0+105,96	9.612,40	66,61
<b>Tramo 9</b>	Cóncavo	0+626,37	0+678,83	7.803,40	52,45
<b>Tramo 10</b>	Convexo	0+857,21	0+906,71	12.401,69	41,77
<b>Tramo 11</b>	Cóncavo	1+079,90	1+140,60	8.161,44	60,71
<b>Tramo 12</b>	Convexo	1+678,93	1+741,01	4.182,49	62,081

Tabla 6. Valores de Kv y de L para las distintas curvas de acuerdo en cada uno de los tramos. Fuente: Elaboración propia.

Como vemos, se cumplen con los valores mínimos de longitud de acuerdo (40 metros) y con los mínimos de visibilidad de parada (250 y 760 para acuerdos convexos y cóncavos, respectivamente). No es necesario cumplir con los de visibilidad de adelantamiento ya que son vías de servicio con un solo sentido de circulación

- **Secciones transversales:** Según la tabla 11 (Artículo 7.1 de la citada norma), las dimensiones de la sección transversal para una vía de servicio de sentido único con velocidad de proyecto de 40 km/h son las siguientes:

- Anchura de carril: 4 m
- Arcenes interior y exterior: 1 m
- Berma: 0,75 m

- **Carriles de cambio de velocidad y de trenzado:**

Se diseñan tres carriles de cambio de velocidad:

- CCV-1A. Conexión Avda. Juan Carlos I con carril de trenzado.
- CCV-1B. Conexión carril de trenzado con vía de servicio (sentido sureste).
- CCV-2. Conexión vía de servicio (sentido sureste) con N-332.
- CCV-3. Conexión N-332 con vía de servicio (sentido noroeste).

En la tabla siguiente se observa un resumen de las características de cada elemento:

	LONGITUD CARRIL ACELERACIÓN	LONGITUD CARRIL DECELERACIÓN	LONGITUD CUÑA TRANSICIÓN	ANCHO	ARCÉN	PDTE. TRANSV.	PERALTE
<b>CCV-1A</b>	85 m	-	100 m	3,5 m	3,5 m	2%	NO
<b>CCV-1B</b>	-	95 m	100 m	3,5 m	3,5 m	2%	NO
<b>CCV-2</b>	85 m	-	100 m	3,5 m	3,5 m	2%	NO
<b>CCV-3</b>	-	95 m	100 m	3,5 m	3,5 m	2%	NO

Tabla 7: Valores de los parámetros de los carriles de cambio de velocidad. (Fuente: Elaboración propia.)

**- Transición del ancho de carriles y arcenes:**

Según el apartado 7.5 de la Norma 3.1-IC Trazado:

*“... De acuerdo con lo indicado en la Tabla 7.1, los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales de un carril tendrán un ancho mínimo de cuatro metros (4,00 m). En consecuencia, la transición del ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m), existente en el carril o cuña de cambio de velocidad, al ancho de cuatro metros (4,00 m), existente en los citados ramales de enlace, ramales de transferencia, vías colectoras - distribuidoras, vías de servicio y vías laterales de un (1) carril, se realizará, salvo justificación en contrario, modificando el borde de la calzada exterior común y, si es factible, antes de alcanzar un posible sobreancho en curvas...”*

La longitud de transición calculada es de **L=57 m**.

- **Conexiones:** Para definir las características técnicas de las conexiones de las vías de servicio proyectadas con la carretera N-332 o Avda. Juan Carlos I, se seguirán los criterios del apartado 9.3. Conexiones en carreteras convencionales de la Norma 3.1-IC Trazado.

**- Diseño de la glorieta:**

Se seguirán los criterios establecidos en el apartado 10.6 de la Instrucción 3.1.IC. Así pues, la glorieta diseñada tiene las siguientes características:

- Diámetro exterior: 44 metros (mayor que los 35 metros mínimos exigidos).
- Diámetro interior: 31 metros.
- Calzada anular, formada por un único carril de 6 metros.
- Arcén interior de 0,50 metros
- Arcén exterior de 1,50 metros
- Radios de entrada de 20 metros (y posterior radio de 60 metros)
- Radios de salida de 30 metros (y posterior radio de 60 metros).

## 6. FIRMES

### 6.1. Clasificación del suelo de la traza

Para saber qué clase de suelo de la traza se tiene, se ha de seguir lo estipulado por el PG-3 en concreto con lo que suscribe el artículo 330 , donde se diferencian 5 tipos de suelos, seleccionado, adecuado, tolerable, marginal e inadecuado.

En este caso el suelo de la traza no cumple las condiciones necesarias para ser un suelo adecuado ni tampoco un suelo seleccionado, pero en cambio sí cumple todas y cada una de las condiciones para ser un suelo tolerable. Por ello, el suelo que se tiene en la zona donde se va a efectuar el acondicionamiento, es tolerable.

### 6.2. Análisis de los tipos de explanadas

Una vez que se ha determinado que el suelo de la traza es un suelo tolerable, la norma 6.1 IC: Secciones de firmes establece 9 opciones distintas para la formación de la explanada. Son las siguientes

Explanada E1:

- Opción 1: Colocar una capa de coronación de 60 cm de espesor de suelo adecuado.
- Opción 2: Colocar una capa de coronación de 45 cm de espesor de suelo seleccionado
- Opción 3: Colocar una capa de coronación de 25 cm de espesor de suelo estabilizado S-EST1 con cal.

Explanada E2:

- Opción 4: Colocar una capa de coronación de 75cm de espesor de suelo seleccionado.
- Opción 5: Colocar una capa de coronación de 50cm de espesor, compuesto por 25 cm de suelo estabilizado S-EST 2 y otros 25 cm de S-EST 1 con cal.
- Opción 6: Colocar una capa de coronación de 90 cm de espesor, compuesto de 40cm de suelo seleccionado sobre 50 cm de suelo adecuado.

- Opción 7: Colocar una capa de coronación de 50 cm de espesor, compuesto por 25 cm de suelo seleccionado sobre 25 cm de suelo estabilizado S-EST 1 con cal.

Explanada E3:

- Opción 8: Colocar una capa de coronación de 60 cm de espesor constituida por 30 cm de suelo seleccionado tipo 2 en la parte inferior y 30 cm de suelo estabilizado S-EST3 (estabilizado con cemento) en la parte superior.

- Opción 9: Colocar una capa de coronación de 80 cm de espesor de los cuales los 50 cm inferiores están constituidos por suelo adecuado y los 30 cm superiores son de suelo estabilizado S-EST3 (estabilizado con cemento).

Al estar la posibilidad dentro de estas 9 opciones, la disposición de un suelo estabilizado se ha de comprobar si el suelo cumple las condiciones de estabilización con cal o cemento. Al no tener suficiente desmonte como para estabilizar el suelo de la traza, se ha de utilizar suelos de préstamos. Se ha elegido a la cantera de Lorenzo Andrés Vallés Garganta II, situada en Teulada en el Kilómetro 183,5 de la N-332.

Siguiendo lo estipulado en el PG-3 se comprueba que las características del suelo de préstamo no se pueden estabilizar con cal pero sí con cemento.

Una vez analizados los precios de los tres tipos de explanadas a disponer se opta siempre por la opción económica en cada caso y se tienen las siguientes tres opciones:

EXPLANADA E1	PRECIO UNITARIO	TOTAL
45cm de espesor de suelo seleccionado	6,3€/m <sup>3</sup>	2,835 €/m <sup>2</sup>

EXPLANADA E2	PRECIO UNITARIO	TOTAL
25cm de espesor de suelo seleccionado.	6,3€/m <sup>3</sup>	1,575 €/m <sup>2</sup>
25cm de espesor de suelo estabilizado S-EST 1 con cemento	14€/m <sup>3</sup>	3,5 €/m <sup>2</sup>
		5,075€/m <sup>2</sup>

EXPLANADA E3	PRECIO UNITARIO	TOTAL
30cm de espesor de suelo estabilizado S-EST 3 con cemento	15€/m <sup>3</sup>	4,5 €/m <sup>2</sup>
30cm de espesor de suelo seleccionado.	6,3€/m <sup>3</sup>	1,89 €/m <sup>2</sup>
		6,4€/m <sup>2</sup>

### 6.3. Análisis de los tipos de firmes

A partir del análisis de tráfico, descrito en el Anejo 2: Análisis del Tráfico, es posible determinar que la categoría de tráfico pesado en las vías de servicio es de tipo T31, y las posibles explanadas a disponer son E1, E2 y E3, por lo que son 9 los posibles paquetes de firme a emplear. Se han descartado aquellos en los que conlleve la utilización de suelocemento y gravacemento, ya que no cumplen con la normativa expuesta en el artículo 510 del PG-3 y tampoco sería coherente utilizar suelocemento ya que no hay volumen suficiente que justifique la instalación de una planta de suelocemento, sumándole a esto el distinto comportamiento que presenta el firme de suelocemento en las conexiones con la nacional que está formada por zahorras. Del mismo modo se descartan las opciones que conlleve la utilización de hormigón, debido a que es un material muy rígido y por lo tanto innecesario para la construcción de unas vías de servicio.

Por lo tanto, las posibles opciones serían las siguientes:

- Opción 3111: 20 cm de mezcla bituminosa sobre 40 cm de zahorra artificial.
- Opción 3121: 16 cm de mezcla bituminosa sobre 40 cm de zahorra artificial.
- Opción 3134: 21 cm de hormigón de firme sobre 20 cm de zahorra artificial.

### 6.4. Solución propuesta

La zona térmica estival en la que se localiza el tramo de carretera de la N-332 a acondicionar es influyente en la elección de la mezcla bituminosa a utilizar en la ejecución del paquete de firmes. Según el artículo 6.2.1 de la Norma 6.1-IC, la zona de construcción de las obras se define como media.

En el Anejo N° 5: Firmes, se puede observar con un mayor grado de detalle la elección de los ligantes hidrocarbonados, así como la distribución de capas dentro del espesor de la mezcla bituminosa en su conjunto

Finalmente, y tras considerar la necesidad de aplicar riegos de imprimación y adherencia entre las diferentes capas bituminosas, hacer un comparativo de precios entre cada una de las posibles opciones que se tiene, la sección de firme a ejecutar será la siguiente:

Sección de firme 3121		
Espesor	Capa	Material
6cm	Rodadura	AC 22 Surf S
	Riego de adherencia	C60B3 ADH
10 cm	Base	AC 32 base G
	Riego de imprimación	C50 BF5 IMP
40cm	Subbase	Zahorra artificial
75cm	Explanada	Suelo seleccionado
	Suelo subyacente	Suelo tolerable

Tabla 4: Sección del firme propuesta (Fuente: elaboración Propia)



## 7. ESTUDIO DE DRENAJE

### 7.1. Estudio hidrológico

El objetivo principal de este estudio hidrológico consiste en calcular los caudales de proyecto de cada una de las cuencas a estudiar para poder comprobar si se necesita implantar nuevas obras de drenaje o si son suficientes con las ya existentes.

Por ello se han determinado cuales son las cuencas que afectan al tramo de carretera a estudiar. En este caso se han delimitado 5 cuencas de las cuales dos tienen dos cauces principales. Se definen en la siguiente tabla:

Cuenca	Área (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Pendiente media
C-1.1	233.270	576	0,217
C-1.2	233.270	564	0,142
C-2	27.198	168	0,149
C-3	162.849	544	0,175
C-4	320.303	630	0,246
C-5.1	319.429	789	0,222
C-5.2	319.429	816	0,165

Tabla 5: Descripción de las cuencas. (Fuente: Elaboración propia)

Para la determinación de dichos caudales se ha decidido seguir lo establecido por la Norma 5.2.I-C. Drenaje superficial, donde establece un método, denominado Método Racional, mediante el cual hallando todos los parámetros necesarios se puede obtener los caudales deseados, la fórmula a emplear es la siguiente:

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

- $Q_T$  (m<sup>3</sup> /s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$  (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c$ , de la cuenca.
- $C$  (adimensional) Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.
- $A$  (km<sup>2</sup>) Área de la cuenca o superficie considerada .
- $K_t$  (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

En el Anejo N°3: Estudio del drenaje, se hace un desarrollo detallado de la obtención de todos los parámetros necesarios, así como de la definición de los usos del suelo y de sus correspondientes coeficientes de escorrentía.

Según lo establecido en la Norma 5.2. I-C.Drenaje Superficial, para el dimensionamiento de obras de drenaje transversal se utilizará un caudal correspondiente al período de retorno de 100 años y para las obras de drenaje longitudinal se utilizará un caudal de período de retorno de 25 años.

En las tablas siguientes se muestran los valores obtenidos de caudal para cada una de las cuencas. Donde para las obras de drenaje transversal se ha tenido en cuenta las cuencas previamente definidas en la Tabla 5 y un período de retorno de 100 años, el drenaje longitudinal se ha calculado para un período de retorno de 25 años y para hallar el área de las cuencas de la plataforma y sus márgenes se ha elegido un ancho medio del trazado de 6 metros multiplicado por las longitudes a cada una de las obras del drenaje transversal que se van a disponer, obteniendo de esta forma las áreas de cada tramo.

MÉTODO RACIONAL (Q=l(T,tc)*C*A*Kt/3,6) T=10 años															Q = 100 años
CUENCAS CON ÁREA< 1 km2	AREA (Km²)	L (Km)	HMAX (m)	HMIN (m)	HMAX-HMIN (m)	J(m/m)	tc(h)	Pd (mm/d)	Fint (adim.)	ld (mm/h)	I(T,tc) (mm/h)	C (adim.)	Kt (adim.)	Q (m³/s)	$Q_{100} = \varphi * Q_{10}^2$
C1.1	0,23327	0,576	185	60	125	0,217	0,264	178,75	23,44	7,45	174,60	0,309	1,01	3,543	16,0806832
C1.2	0,23327	0,564	140	60	80	0,142	0,281	178,75	22,65	7,45	168,68	0,309	1,01	3,426	15,50052014
C2	0,027198	0,168	85	60	25	0,149	0,111	178,75	36,39	7,45	271,01	0,456	1,00	0,938	3,727603814
C3	0,162849	0,544	155	60	95	0,175	0,263	178,75	23,47	7,45	174,80	0,352	1,01	2,820	12,51400006
C4	0,320303	0,63	215	60	155	0,246	0,276	178,75	22,90	7,45	170,54	0,346	1,01	5,324	25,17168946
C5.1	0,319429	0,789	240	65	175	0,222	0,334	178,75	20,66	7,45	153,90	0,343	1,02	4,767	22,29254143
C5.2	0,319429	0,816	200	65	135	0,165	0,362	178,75	19,77	7,45	147,23	0,343	1,02	4,569	21,27421504

Tabla 6: Caudales para un período de retorno de 10 y de 100 años.

Para realizar el cálculo de los caudales para el dimensionamiento del drenaje longitudinal se ha distinguido en dos vías, la vía de servicio norte y la vía de servicio sur, cada una de ellas se ha dividido en distintos tramos para realizar el dimensionamiento de la cuneta a disponer en cada uno.

MÉTODO RACIONAL (Q=l(T,tc)*C*A*Kt/3,6) T=25 años														
PK	AREA (Km²)	L (Km)	HMAX (m)	HMIN (m)	HMAX-HMIN (m)	J(m/m)	tc(h)	Pd (mm/d)	Fint (adim.)	ld (mm/h)	I(T,tc) (mm/h)	C (adim.)	Kt (adim.)	Q (m³/s)
0+000-0+036	0,000216	0,036	67,97	67,851	0,119	0,0033	0,071	227,48	45,02	9,48	426,74	0,983	1,00	0,025
0+036-0+354	0,001908	0,318	67,851	64,573	3,278	0,0103	0,300	227,48	21,90	9,48	207,58	0,983	1,02	0,110
0+354-0+762	0,002448	0,408	64,573	60,348	4,225	0,0104	0,362	227,48	19,77	9,48	187,40	0,983	1,02	0,128
0+762-0+867	0,00063	0,105	60,348	59,66	0,688	0,00655	0,141	227,48	32,39	9,48	307,02	0,983	1,01	0,053
0+867-1+345	0,002868	0,478	59,66	57,09	2,57	0,0054	0,462	227,48	17,26	9,48	163,60	0,983	1,03	0,132
1+345-1+606	0,001566	0,261	57,09	56,51	0,58	0,0022	0,345	227,48	20,29	9,48	192,28	0,983	1,02	0,084
1+606-1+865	0,001554	0,259	61,431	56,51	4,921	0,0190	0,228	227,48	25,30	9,48	239,81	0,983	1,01	0,103
1+865-1+937	0,000432	0,072	61,431	59,39	2,041	0,0283	0,080	227,48	42,59	9,48	403,71	0,983	1,00	0,048

Tabla 7: Caudales para un período de retorno de 25 años del vial norte.

MÉTODO RACIONAL (Q=(T,tc)*C*A*Kt/3,6) T=25 años														
PK	AREA (Km <sup>2</sup> )	L (Km)	HMAX (m)	HMIN (m)	HMAX-HMIN (m)	J(m/m)	tc(h)	Pd (mm/d)	Fint (adim.)	Id (mm/h)	I(T,tc) (mm/h)	C (adim.)	Kt (adim.)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0+000-0+087	0,000522	0,087	56,7	56,387	0,313	0,0036	0,137	227,48	32,86	9,48	311,49	0,983	1,01	<b>0,045</b>
0+087-0+175	0,000528	0,088	56,54	56,387	0,153	0,0017	0,158	227,48	30,53	9,48	289,41	0,983	1,01	<b>0,042</b>
0+175-0+436	0,001566	0,261	57,06	56,54	0,52	0,0020	0,352	227,48	20,06	9,48	190,12	0,983	1,02	<b>0,083</b>
0+436-0+915	0,002874	0,479	59,64	57,06	2,58	0,00539	0,463	227,48	17,25	9,48	163,49	0,983	1,03	<b>0,132</b>
0+915-1+020	0,00063	0,105	60,3	59,64	0,66	0,0063	0,142	227,48	32,26	9,48	305,81	0,983	1,01	<b>0,053</b>
1+020-1+428	0,002448	0,408	64,4	60,3	4,1	0,0100	0,364	227,48	19,71	9,48	186,81	0,983	1,02	<b>0,127</b>
1+428-1+730	0,001812	0,302	67,77	64,4	3,37	0,0112	0,284	227,48	22,55	9,48	213,71	0,983	1,01	<b>0,107</b>
1+730-1+778	0,000288	0,048	67,77	67,65	0,12	0,0025	0,093	227,48	39,61	9,48	375,40	0,983	1,00	<b>0,030</b>

Tabla 8: Caudales para un período de retorno de 25 años del vial sur.

## 7.2. Propuesta de drenaje

Tras analizar, mediante una inspección visual las obras de drenaje que se encuentran en la actualidad en la carretera nacional N-332 y en su autovía colindante ( ver con mayor detalle en el Apéndice 2 del Anejo N°3: Estudio del drenaje), se ha decidido realizar una nueva propuesta para realizar de forma correcta el drenaje de la carretera nacional y de las vías de drenaje, la situación de las mismas se puede ver en detalle en el Plano de Drenaje, donde se aprecian las obras de drenaje y las cunetas.

Con los caudales obtenidos mediante el método racional, se ha tomado la decisión de efectuar una mejora de la carretera actual mediante la demolición de las obras de drenaje transversal y la construcción de nuevos marcos, así como la mejora del drenaje longitudinal, ya que estas obras eran insuficientes para abastecer los caudales calculados, ya bien por ser una carretera antigua y por ello constar con unas obras de fábrica desfasadas, o por una mala aplicación de la normativa.

### 7.2.1. Solución del drenaje longitudinal

Para la realización del drenaje longitudinal se ha realizado a partir de los caudales obtenidos en la Tabla 7 y en la Tabla 8, donde se han tenido en cuenta las dos vías de servicio a realizar, que se han denominado Vial lado norte, correspondiente al vial más alejado de la autovía cuya numeración en PKs va desde el PK 0+000 (inicio de la vía de servicio) hasta el PK 1+936 (final de la glorita). Por otro lado, se tiene el Vial lado sur, correspondiente al más cercano a la autovía, cuya numeración en PKs va al contrario que el anterior, el PK 0+000 corresponde con el inicio del carril de trenzado y el PK 1+178 (final de la vía de servicio).

Cada una de las vías se ha dividido en tramos para calcular de forma óptima el tipo de sección de cada uno, tanto para la vía lado sur como la vía lado norte, se ha optado por realizar una cuneta triangular con un talud de 1/1 a cada lado, se puede ver en la siguiente imagen:

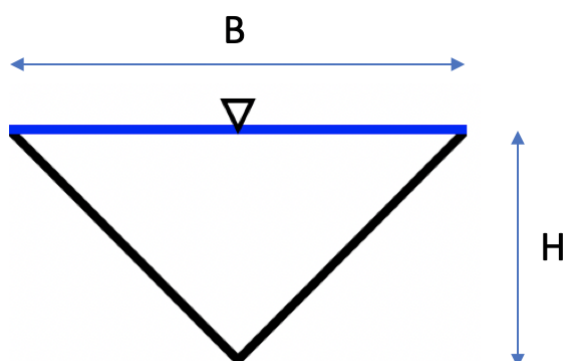


Imagen 2: Sección triangular de la cuneta.

En las siguientes tablas se puede ver cuales son las dimensiones de cada obra de drenaje longitudinal en cada tramo, tanto para el vial lado norte como para el sur, que se han calculado mediante el método de Manning:

DIMENSIONAMIENTO VIAL LADO NORTE			
Tramo	PK	Base (m)	Altura (m)
1ºTramo	0+000-0+036	0,6	0,3
2ºTramo	0+036-0+354	0,8	0,4
3ºTramo	0+354-0+762	0,8	0,4
4ºTramo	0+762-0+867	0,7	0,35
5ºTramo	0+867-1+345	0,8	0,4
6ºTramo	1+345-1+606	0,8	0,4
7ºTramo	1+606-1+865	0,7	0,35
8ºTramo	1+865-1+937	0,6	0,3

Tabla 9: Dimensionamiento del drenaje longitudinal del vial lado norte (Fuente: Elaboración propia)

DIMENSIONAMIENTO VIAL LADO SUR			
Tramo	PK	Base (m)	Altura (m)
1ºTramo	0+000-0+087	0,7	0,35
2ºTramo	0+087-0+175	0,8	0,4
3ºTramo	0+175-0+436	0,9	0,45
4ºTramo	0+436-0+915	0,9	0,45
5ºTramo	0+915-1+020	0,7	0,35
6ºTramo	1+020-1+428	0,8	0,4
7ºTramo	1+428-1+730	0,7	0,35
8ºTramo	1+730-1+778	0,7	0,35

Tabla 10: Dimensionamiento del drenaje longitudinal del vial lado sur (Fuente: Elaboración propia)

### 7.2.2. Solución del drenaje transversal

Para realizar el drenaje transversal se tienen en cuenta los caudales obtenidos en la Tabla 6 para el período de retorno de 100 años, donde para cada cuenca se ha tomado la decisión de hacer una o varias obras de fábrica, de esta forma poder abastecer el caudal de esta. La sección elegida para la realización del drenaje transversal es de un marco prefabricado rectangular:

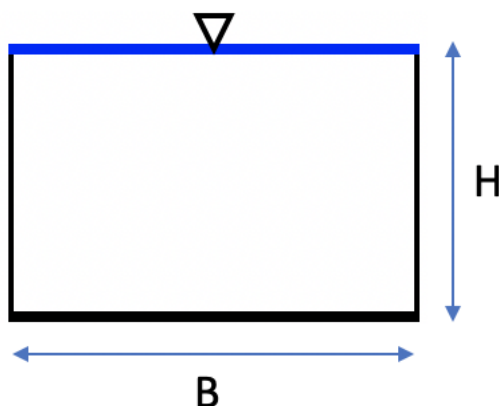


Imagen 3: Sección rectangular del marco transversal.

DIMENSIONAMIENTO DEL DRENAJE TRANSVERSAL				
Cuenca	Nºde marcos	Base (m)	Altura (m)	Largo (m)
1	2	2	1,5	2,4
2	1	1,5	1,5	2
3	1	2	1,5	2,4
4	2	2	1,5	2,4
5	2	2	1,5	2,4

Tabla 10: Dimensionamiento del drenaje transversal (Fuente: Elaboración propia)

## 8. EXPROPIACIONES

Para la correcta ejecución de las obras contenidas en este proyecto básico, es necesario realizar una serie de expropiaciones, por ello se expropia el pleno dominio de las superficies que requieren la actuación conforme a la vigente Ley de Carreteras, sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación, así como todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el proyecto que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él, y en todo caso las superficies que sean imprescindibles para cumplimentar la normativa legal vigente.

Para ello se ha realizado una aproximación de las superficies a expropiar y son las siguientes:

- Superficie de expropiaciones afectadas por el vial Norte: **17895.78 m2**
- Superficie de expropiaciones afectadas por el vial Sur: **12257.41 m2**
- Superficie Total a expropiar: **30153.19 m2**

El suelo a expropiar se estima que tiene un precio de **1,5 €/m2**, por lo tanto el coste de la expropiación asciende a la cifra de **45.229,78 €**,

## 9.RESUMEN DEL PRESUPUESTO

<b>RESUMEN</b>	<b>EUROS</b>
CAP 01 ACTUACIONES PREVIAS Y DEMOLICIONES ..... 1,87	23.859,32
CAP 02 MOVIMIENTO DE TIERRAS..... 19,17	245.123,07
CAP 03 DRENAJE..... 11,93	152.493,17
CAP 04 FIRMES Y PAVIMENTOS..... 62,69	801.607,52
CAP 05 SEÑALIZACIÓN .....	20.000,00 1,56
CAP 06 DESVÍOS.....	10.000,00 0,78
CAP 07 GESTIÓN DE RESIDUOS.....	12.750,00 1,00
CAP 08 SEGURIDAD Y SALUD..... 1,00	12.750,00
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.278.583,08</b>
19,00% GG + BI.....	242.930,79
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE MATERIAL (PEM)</b>	<b>1.521.513,87</b>
21,00% I.V.A.....	319.517,91
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>1.841.031,77</b>
COSTE DE EXPROPIACIONES.....	45.229,78
<b>PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN</b>	<b>1.886.261,55</b>