



ANEJO 4: FIRMES



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO	3
3	ESTRUCTURA DEL FIRME	4
3.1	Explanada.....	5
3.2	Secciones de firme	6
3.2.1	Vía colectora-distribuidora del tronco de la carretera N-332 y tramo comprendido desde el tablero del enlace hacia la conexión con la AP-7.....	7
3.2.2	Tramo sobre el tablero del enlace.....	9
3.2.3	Ramal de enlace 1 (Directo a derechas).....	9
3.2.4	Ramal de enlace 4 (Lazo).....	11
3.3	Ligantes hidrocarbonados.....	11
3.4	Riegos auxiliares	12
3.4.1	Riego de Adherencia	12
3.4.2	Riego de Imprimación.....	12
4	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	13
APÉNDICE Nº. 1		
1	DATOS DE PARTIDA	16
2	CÁLCULOS PARA ESTUDIO ECONÓMICO	16
2.1	Estudio económico para sección 231 (Vía CD de la N-332).....	16
2.2	Estudio económico para sección 3231 (Ramal directo 1).....	16

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es el de dimensionar el paquete de firme a disponer en la zona de estudio de manera que se garantice la durabilidad a largo plazo, la economía, la comodidad y seguridad de la carretera.

En la zona de estudio existen distintas tipologías de tramos, como son el tronco de carretera y autopista, los ramales de enlace y los tramos de trenzado en el puente del enlace; debido a esto se debe seleccionar con criterio económico y técnico los correctos paquetes de firme para cada situación.

2 CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO

La estructura del firme va a depender de muchos factores, pero principalmente del tráfico pesado durante toda su vida útil, por ello se debe tener en cuenta la intensidad media diaria de los vehículos pesados (IMD_p) en la zona de estudio. En el Anejo 2: Estudio de Tráfico se concluye, por seguridad, que el porcentaje de pesados en la zona de estudio es de 7% sobre la IMD.

En la Normativa 6.1 IC “Secciones de Firme” se definen las categorías de tráfico pesado según la IMD_p que se prevé para el año de puesta en servicio, para ello se obtienen los valores de tráfico pesado del año 2022 en los viales a modificar en el enlace y en el tronco de la N-332, aunque tomando el 50% de la carretera ya que sólo se afecta en la vía colectora-distribuidora sentido Valencia-Alicante.

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

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

Figura 1. Tablas de categorías de tráfico pesado. Fuente: Norma 6.1 IC “Secciones de firme”.

Tipología	IMD (2022)	IMD_p (2022)	Categoría de Tráfico
RAMAL 1	1.050	74	T32
RAMAL 4	119	8	T42
TRENZADO 3	7.963	557	T2
TRENZADO 2	7.653	536	T2
N-332 Vlc-Alc	9.335	653	T2

Figura 2. Valores de IMD_p de los distintos tipos de tramo estudiados en el enlace en el año de puesta en servicio y las categorías de tráfico obtenidas. Elaboración propia.



Figura 3. Esquema de la zona de estudio con las IMD_p de cada vial a modificar. Elaboración propia.

De acuerdo con los valores de las tablas de categoría de tráfico pesado de la normativa, la zona en estudio presenta categorías bastante diferentes entre sí. En la carretera N-332 y por lo tanto en su vía colectora-distribuidora la categoría de tráfico pesado es de T2 (línea verde de la figura 3), lo mismo ocurre en los tramos de trenzado del tablero del enlace (líneas naranja y azul de la figura 3). En cuanto a las intensidades de tráfico pesado en los ramales se observan distintos valores en la figura 2, para el ramal 1 (línea gris de la figura 3) la categoría de tráfico es de T32 y para el ramal 4 (línea amarilla de la figura 3) es de T42.

3 ESTRUCTURA DEL FIRME

La estructura de la carretera se constituye de la explanada en la parte inferior y de la sección de firme en la parte superior. La explanada sirve de cimiento del firme y su composición depende del tipo de suelo presente en la obra, de las características de los materiales disponibles y del tráfico pesado como se ha dicho anteriormente.

En la zona de proyecto donde se desarrollan los ramales 1 y 4 existe actualmente un ramal de enlace directo a derechas, dicho firme deberá demolerse y posteriormente ser retirados los materiales que lo conforman. Respecto al tramo sobre el tablero se amplía anexando por un lado una estructura de puente y su continuación en dirección hacia la AP-7 y al tramo de la vía colectora-distribuidora de la carretera N-332, deberán escarificarse y compactarse los firmes existentes según lo establecido en el artículo 303 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

3.1 Explanada

En las actuaciones de este estudio se tiene poco desmonte, por lo tanto, todo el material vendrá de cantera ya que realizar préstamos tampoco es viable. Se conoce que, en la localidad de Pego, que se encuentra a 15 km aproximadamente de distancia, existen canteras con material para pedraplén y suelos seleccionados.

Existen tres tipos de categorías de explanada, las cuales citando la Norma 6.1 IC. “Secciones de Firme” “... se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2})...”, se aprecia que la categoría E3 es la que soporta más carga, es decir es esta la que aporta mejor calidad, seguidamente de la E2 y de la E1. Para el tronco y los viales del tablero del enlace, en el apartado anterior, se designa una categoría de tráfico T2, para lo cual la norma recomienda explanadas del tipo E2 o E3, además recomienda que para una obra se unifiquen las explanadas por su categoría, por lo que la categoría E1 queda descartada. En cuanto a los ramales del enlace con las respectivas categorías de tráfico T32 y T42 se valorará utilizar el mismo tipo de explanadas.

En las zonas donde discurran los ramales y el tronco en terraplén el suelo subyacente estará ejecutado con pedraplén, los cuales son asimilables a los suelos de tipo 3 según establece la normativa. Para cubrir dicha clasificación deben de tener un espesor mínimo de un metro (1 m). Dicho material procederá de la cantera situada en Pego, cumpliendo siempre con los requisitos establecidos en los artículos 330 y 331 del PG-3.

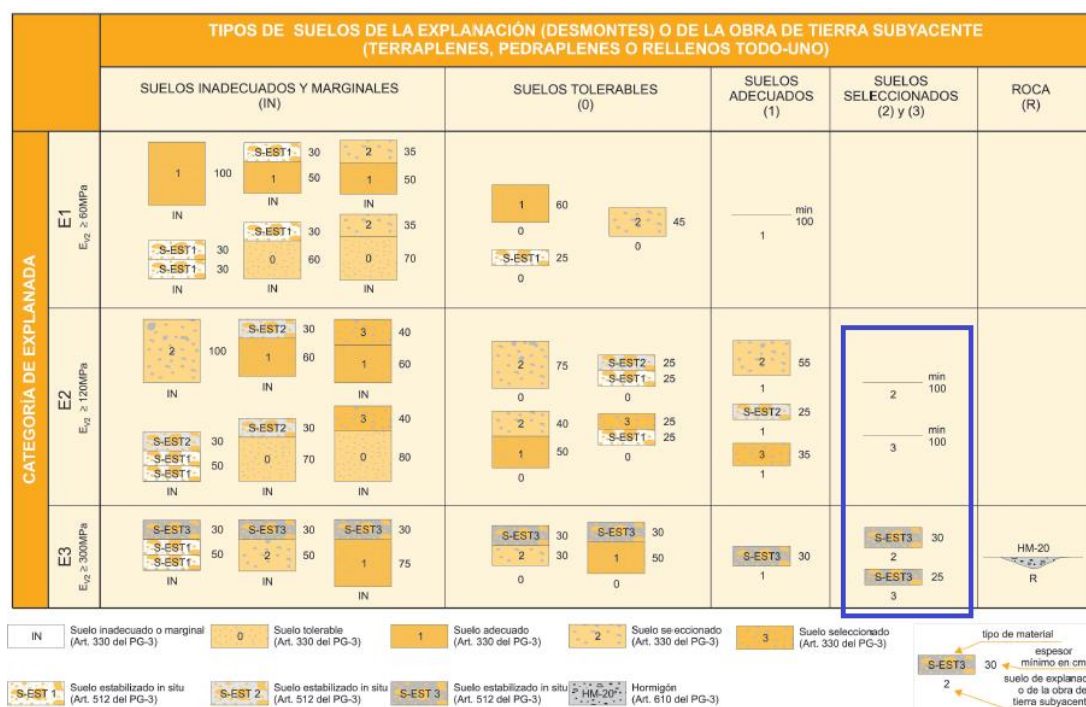


Figura 4. Formación de la explanada. Fuente: Norma 6.1 IC. “Secciones de firme”.

Con el recuadro azul sobre la figura 4 se señalan las dos posibles actuaciones para definir la explanada, para tomar la decisión más adecuada deben analizarse sus características:

- Explanada de categoría E2: según se observa en la figura 4, esta explanada se alcanza con la condición de tener un relleno de 1 m de espesor de suelo seleccionado 3 como capa de asiento del firme.
- Explanada de categoría E3: además del suelo seleccionado 3, necesita de suelos estabilizados in situ. Estos últimos en el artículo 512 del PG-3 se definen como mezclas homogéneas de suelo con un conglomerante, del tipo cal o cemento, característica que les aporta mejor capacidad portante. La norma 6.1 IC. “Secciones de Firme”, en su apartado 6 destaca lo siguiente: “... se recomienda al ingeniero proyectista la consideración preferente de los suelos estabilizados in situ, con cal o con cemento, frente a una aportación directa de suelos sin tratar.”

Aunque la categoría E2 ofrece buenas características al firme, esta es descartada y se selecciona la categoría de explanada E3 a pesar de que su coste sea mayor debido a su necesidad de empleo de suelos estabilizados in situ con cemento (S-EST3). Esta elección se justifica por el hecho de que la obra exige poco volumen de material ya que son modificaciones sobre un enlace ya existente, este tiene una mayor capacidad portante y está preparado para soportar futuros incrementos importantes de tráfico.

Se decide emplear tanto en tronco como en ramales, la explanada E3, la cual se conforma de mínimo 1 m de espesor de suelo seleccionado 3 (pedraplén de cantera) y en la parte superior, de 25 cm de suelos estabilizados in situ (S-EST3), este último material se constituye de suelos seleccionados y cemento.

3.2 Secciones de firme

Una vez establecidas las categorías de tráfico y de explanada se procede a separar cada una de las tipologías viales involucradas en el estudio para así definir las secciones de firme ofrecidas en los *Catálogos de secciones de firme* de la Norma 6.1 IC según sea el caso.

Además, se realizan estudios técnico-económicos que permiten una adecuada elección para cada situación.

Según lo establecido en la Norma 6.1 IC. “Secciones de firme” en su apartado “6.2.1 Mezclas bituminosas en caliente” la zona en estudio está ubicada en una zona térmica estival media y con una condición pluviométrica baja.

Se hace uso de la tabla 6 de la citada norma la cual ofrece distintos tipos de mezclas bituminosas que conforman la sección de firme, estableciendo rangos máximos de espesores y materiales para disponer entre las capas de rodadura, intermedia y base (figura 5). Para configurar posibles propuestas también es necesario basar el análisis en los artículos 542 y 543 del PG-3.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10 ^(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

Figura 5. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente. Fuente: Tabla 6 de la Norma 6.1 IC. "Secciones de firme".

3.2.1 Vía colectora-distribuidora del tronco de la carretera N-332 y tramo comprendido desde el tablero del enlace hacia la conexión con la AP-7.

- Categoría de explanada: E3
- Categoría de tráfico: T2

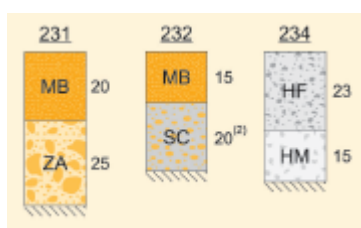


Figura 6. Secciones de firme para T2 y E3. Fuente: Catálogo de firmes. Norma 6.1 IC "Secciones de firme"

Para estudiar cuál sección de firme es la más adecuada para el tronco de la vía colectora de la N-332, primeramente, se establecen parámetros iniciales de la sección transversal siguiendo las dimensiones establecidas en la Tabla 7.1 de la Norma 3.1 IC. "Trazado" (figura 18 apéndice N° 1) y se plantean alternativas para escoger la mezcla bituminosa más adecuada por su funcionalidad y coste final.

					Arcén derecho >1,25 m
231	Propuesta 1	Rodadura	6 cm AC22 surf D		6 cm AC22 surf D
		Intermedia 20 cm	5 cm AC22 bin S		-
		Base	9 cm AC32 base G		-
		ZA 25 cm	Zahorra artificial		39 cm ZA
	Propuesta 2	Rodadura	6 cm AC22 surf S		6 cm AC22 surf S
		Intermedia 20 cm	5 cm AC22 bin D		-
		Base	9 cm AC32 base G		-
		ZA 25 cm	Zahorra artificial		39 cm ZA
	Propuesta 3	Rodadura	3 cm BBTM11B		3 cm BBTM11B
		Intermedia 20 cm	7 cm AC22 bin S		7 cm AC22 bin S
		Base	10 cm AC32 base G		-
		ZA 25 cm	Zahorra artificial		35 cm ZA

				Arcén derecho >1,25 m
232	Propuesta 4	Rodadura	6 cm AC22 surf D	6 cm AC22 surf D
		Intermedia	15 cm 9 cm AC22 bin S	-
		Base	-	-
		SC	20 cm Suelo cemento	29 cm Zahorra Art.
	Propuesta 5	Rodadura	6 cm AC22 surf S	6 cm AC22 surf S
		Intermedia	15 cm 9 cm AC22 bin D	-
		Base	-	-
		SC	20 cm Suelo cemento	29 cm Zahorra Art.
	Propuesta 6	Rodadura	3 cm BBTM11B	3 cm BBTM11B
		Intermedia	15 cm 5 cm AC22 bin S	5 cm AC22 bin S
		Base	7 cm AC32 base G	-
		SC	20 cm Suelo cemento	27 cm Zahorra Art.

Figura 7. Propuestas de mezclas bituminosas para el tronco de la vía colectora de la N-332. Elaboración propia.

En las propuestas de la figura 7 se asigna a la capa de rodadura prácticamente dos alternativas: como mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso las de tamaño máximo de árido 22 mm (AC22 surf) ya que estas son adecuadas para categorías de tráfico T2 y como opción de mezcla bituminosa discontinua la opción BBTM11 B que aporta gran calidad y disminuye el ruido. En la capa intermedia se mantiene el tamaño de árido de la de rodadura y se varía entre densas y semidensas. En cuanto a la capa base siempre se decide un tamaño de árido 32 y de tipo de mezcla gruesa ya que es la más adecuada para esta capa. En cuanto a los arcenes derechos se siguen las medidas establecidas en el capítulo 7 de la Norma 6.1 IC. “Secciones de firme”.

El desarrollo de los cálculos del estudio económico se encuentra en el apéndice N°1, a continuación, una tabla resumen con la totalidad de los precios por metro lineal de cada propuesta de sección de firme.

Propuesta	Total mezcla (€/ml)	Total SC/ZA (€/ml)	Total Betún (€/ml)	Total Filler (€/ml)	TOTAL (€/ml)
1	63,90	31,10	44,42	5,47	144,89
2	63,60	31,10	44,42	5,47	144,60
3	67,61	30,01	46,98	5,68	150,29
4	49,62	32,92	34,93	4,50	121,96
5	49,35	32,92	34,93	4,50	121,70
6	51,19	32,38	35,66	4,35	123,57

Figura 8. Resultados del estudio económico para cada propuesta de la vía colectora de la N-332. Elaboración propia.

Al observar la figura 8, la propuesta 5 es la que resulta más económica siendo esta de tipo 232, pero las secciones de firme ya existentes en el entorno son de tipo 231, es decir utilizan zahorra artificial. Además, aunque las propuestas 4, 5 y 6 son las más económicas estas incluyen el uso de suelo cemento, material muy resistente a la deformación que permite reducir los espesores de la

mezcla bituminosa pero que necesita ser fabricado en una central según establece el PG-3, de acuerdo con el tipo de obra de este proyecto básico no hay volumen suficiente que justifique una central. Por lo tanto, la elección se reduce a las propuestas 1, 2 y 3 dentro de las cuales la más económica es la opción 2, la cual se constituye de rodadura semidensa y capa intermedia densa siendo este criterio no muy adecuado; es preferible disponer en la capa de rodadura una granulometría densa ya que es menos sensible a envejecer y aporta macro textura al pavimento y en la capa intermedia una semidensa. Debido a lo dicho anteriormente la propuesta adoptada para este tipo de tramo es la número 1.

La opción de sección de firme de hormigón (234) se descarta porque no mantendría la continuidad del tronco existente.

3.2.2 Tramo sobre el tablero del enlace

- Categoría de explanada: E3
- Categoría de tráfico: T2

A pesar de que este tramo presenta la misma categoría de explanada y de tráfico del caso del apartado anterior, al estar la sección de firme apoyada sobre un tablero de puente de hormigón presentará diferentes características. Sobre el tablero de hormigón debe extenderse un riego de adherencia y una capa de impermeabilización, posteriormente una capa de regularización de 3 cm y capa de rodadura de 6 cm AC22 surf D. En este caso, los arcenes serán menores a 1,25 m por lo que serán prolongación del firme de la calzada.

3.2.3 Ramal de enlace 1 (Directo a derechas)

- Categoría de explanada: E3
- Categoría de tráfico: T42

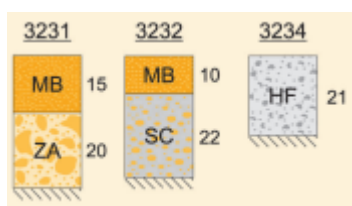


Figura 9. Secciones de firme para T32 y E3. Fuente: Catálogo de firmes. Norma 6.1 IC "Secciones de firme".

En la figura 9 se observan las posibles secciones de firme para el ramal 1, como se ha hecho anteriormente se estudian distintas propuestas para adoptar la mejor sección. De acuerdo con ello las secciones propuestas son las siguientes:

					Arcén derecho >1,25 m
3231	Propuesta 1	Rodadura	15 cm	6 cm AC22 surf D	6 cm AC22 surf D

		Intermedia	-	-
		Base	9 cm AC32 base G	-
		ZA	20 cm Zahorra artificial	29 cm ZA
	Propuesta 2	Rodadura	6 cm AC22 surf S	6 cm AC22 surf S
		Intermedia	15 cm -	-
		Base	9 cm AC32 base G	-
	Propuesta 3	ZA	20 cm Zahorra artificial	29 cm ZA
		Rodadura	3 cm BBTM11B	3 cm BBTM11B
		Intermedia	15 cm -	-
	Propuesta 3	Base	12 cm AC32 base G	-
		ZA	20 cm Zahorra artificial	32 cm ZA

3232	Propuesta 4	Rodadura	4 cm AC16 surf D	4 cm AC16 surf D
		Intermedia	10 cm 6 cm AC22 bin S	-
		Base	-	-
		SC	22 cm Suelo cemento	28 cm Zahorra Art.
	Propuesta 5	Rodadura	4 cm AC16 surf S	4 cm AC16 surf S
		Intermedia	10 cm 6 cm AC22 bin D	-
		Base	-	-
		SC	22 cm Suelo cemento	28 cm Zahorra Art.
	Propuesta 6	Rodadura	3 cm BBTM11B	3 cm BBTM11B
		Intermedia	10 cm 7 cm AC22 bin S	-
		Base	-	-
		SC	22 cm Suelo cemento	29 cm Zahorra Art.

Figura 10. Secciones de firme propuestas para el ramal 1. Elaboración propia.

Para cada propuesta del ramal 1 la mezcla bituminosa va a estar conformada por dos capas, en el caso de las propuestas 3231 serán capa de rodadura y capa base, para poder cubrir el espesor que se exige de un total de 15 cm siguiendo lo exigido en el PG-3 y en la Norma 6.1 IC, pero para las correspondientes a las de 3232 estarán conformadas por capa de rodadura y capa intermedia ya que la mezcla bituminosa en este caso está comprendida en 10 cm y el mínimo de capa base según la figura 5 debe ser de 7 cm sobrepasando por lo tanto el espesor total permitido. En cuanto a los arcenes derechos se siguen las medidas establecidas en el capítulo 7 de la Norma 6.1 IC. “Secciones de firme” correspondiente a categorías de tráfico pesado T32.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los valores totales del análisis económico para cada propuesta. El desarrollo de los cálculos se encuentra en el apéndice N° 1.

Propuesta	Total mezcla (€/ml)	Total SC/ZA (€/ml)	Total Betún (€/ml)	Total Filler (€/ml)	TOTAL (€/ml)
1	54,16	26,10	38,09	4,69	123,03
2	53,79	26,10	38,09	4,69	122,67
3	50,98	26,92	36,07	4,27	118,24
4	36,33	38,21	25,55	3,29	103,37
5	36,37	38,21	25,55	3,29	103,41
6	35,22	38,48	25,17	3,21	102,09

Figura 11. Valores de los precios por metro lineal de las propuestas de sección de firme para el ramal 1. Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 11 la mejor opción en base a su coste es la 6, correspondiente a una sección de tipo 3232, pero como se ha analizado en el apartado previo del tramo de vía colectora de la carretera N-332, debido a la existencia de zahorra artificial en la zona es preferible seleccionar una sección de firme del tipo 3231 y dentro de estas decantarse por una sección que emplee una granulometría densa en la capa de rodadura ya que a pesar de que el tramo presenta una categoría de tráfico baja al ser un ramal de enlace puede presentar deformaciones plásticas del tipo resaltos por los esfuerzos transversales que se originan por curvas de poco radio. Debido a este análisis la sección de firme elegida es la propuesta 1 a pesar de que sea la más costosa.

3.2.4 Ramal de enlace 4 (Lazo)

- Categoría de explanada: E3
- Categoría de tráfico: T42

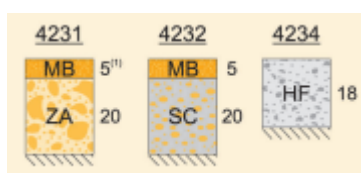


Figura 12. Secciones de firme para T42 y E3. Fuente: Catálogo de firmes. Norma 6.1 IC "Secciones de firme".

Análogo al procedimiento seguido en los apartados previos, en la figura 12 se observan las posibles secciones de firme que ofrece la normativa para este tipo de tráfico pesado. El hecho de que en los casos anteriores se haya seleccionado firmes con zahorra artificial que conlleven a establecer unidades de obra de capas granulares de zahorra artificial es oportuno escoger para este tipo de ramal la sección 4231 y al ser el espesor de mezcla bituminosa de 5 cm este debe emplear una capa de rodadura del tipo AC16 surf D.

3.3 Ligantes hidrocarbonados

Para determinar el tipo de ligante se hace uso de las tablas 542.1.a y 542.1.b publicadas en el PG-3. Se ha decidido utilizar tipologías de mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso que ofrece el PG-3. La selección del ligante para las diferentes capas de las secciones es:

- Capa de rodadura: 50/70
- Capa intermedia: 50/70
- Capa de base: 50/70

Las dotaciones mínimas de ligantes hidrocarbonados a emplear son las establecidas en la tabla 542.10 del PG-3, la cual exige lo siguiente:

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	densa y semidensa	4,50
INTERMEDIA	densa y semidensa	4,00
	alto módulo	4,50
BASE	semidensa y gruesa	4,00
	alto módulo	4,75

Figura 13. Dotación mínima de ligante hidrocarbonado para cada tipo de capa. Fuente: Tabla 542. 10 del PG-3.

3.4 Riegos auxiliares

3.4.1 Riego de Adherencia

En el apartado 6.2.1.5 de la Norma 6.1 IC. “Secciones de firme” establece que este tipo de riego debe aplicarse sobre las capas de materiales tratados con cemento y las de mezcla bituminosa que posteriormente vayan a recibir otra capa de mezcla bituminosa.

El tipo de emulsión bituminosa a aplicar y su correcta ejecución vienen definidos en el artículo 531 del PG-3.

Se decide utilizar emulsión bituminosa convencional, con una dotación de ligante no menor a doscientos gramos por metro cuadrado (200 g/m²) de ligante residual. En este proyecto se utilizará 0,5 kg/m² de ligante. En el caso de la sección de firme 231 se aplican dos riegos de C60B3 ADH: el primero sobre la capa base y el segundo entre la capa intermedia y la de rodadura. En cuanto a la sección de firme 3231, se aplica el mismo riego de adherencia del tipo C60B3 ADH, entre la base y la rodadura.

3.4.2 Riego de Imprimación

El apartado 6.2.1.4 de la Norma 6.1 IC. “Secciones de firme”, ordena aplicar este riego sobre las capas granulares que vayan a recibir una capa de mezcla bituminosa. Para la correcta puesta en obra de este tipo de riego se deben seguir las pautas establecidas en el artículo 530 del PG-3.

La emulsión bituminosa a emplear puede ser del tipo C50BF4 IMP o C60BF4 IMP con una dotación mínima de quinientos gramos por metro cuadrado (500 g/m²) de ligante residual. Para este proyecto se empleará una dotación de 1 kg/m² de ligante.

Para todos los casos de sección, 231, 3231 y 4231, se aplica riego de imprimación sobre la capa granular de zahorra artificial.

4 SOLUCIÓN ADOPTADA

A continuación, se muestran esquemáticamente las secciones de firme adoptadas para cada uno de los casos.

Sección 231 (vía C-D en N-332 y CV-725)							
Carril y arcén izq.	Capas	Espesor (cm)		Designación	Arcén derecho	Capas	Designación
MB	Rodadura	20	6	AC22 surf 50/70 D	ZA	Rodadura	AC22 surf 50/70 D
	Riego de Adherencia		-	C60B3 ADH		Riego de Imprimación	C50BF4 IMP o C60BF4 IMP
	Intermedia		5	AC22 bin 50/70 S		Zahorra artificial	ZA
	Riego de Adherencia		-	C60B3 ADH			
	Base		9	AC32 base 50/70 G			
ZA	Riego de Imprimación	25	-	C50BF4 IMP o C60BF4 IMP	ZA	Zahorra artificial	ZA
	Zahorra artificial		25	ZA			

Figura 14. Paquete de firme de calzada y arcén en la sección de firme 231. Elaboración propia.

Sección 231 (CV-725: Tablero del enlace)			
Carril y arcén derecho	Capas	Espesor (cm)	Designación
MB	Rodadura	6	AC22 surf 50/70 D
	Riego de Adherencia	-	C60B3 ADH
	Intermedia	3	AC22 bin 50/70 S
Capa de impermeabilización			

Figura 15. Paquete de firme de calzada y arcén en la sección de firme 231 en el tablero del enlace. Elaboración propia.

Sección 3231 (ramal 1)								
Carril y arcén izq.	Capas	Espesor (cm)		Designación	Arcén derecho	Capas	Espesor (cm)	Designación
MB	Rodadura	15	6	AC22 surf 50/70 D	MB	Rodadura	6	AC22 surf 50/70 D
	Riego de Adherencia		-	C60B3 ADH	ZA	Riego de Imprimación	-	C50BF4 IMP o C60BF4 IMP
	Base		9	AC32 base 50/70 G		Zahorra artificial	29	ZA
ZA	Riego de Imprimación	20	-	C50BF4 IMP o C60BF4 IMP				
	Zahorra arificial		20	ZA				

Figura 16. Paquete de firme de calzada y arcén en la sección de firme 3231. Elaboración propia.

Sección 4231 (ramal 4)							
Carril y arcén izq.	Capas	Espesor (cm)		Designación	Arcén derecho	Capas	Designación
MB	Rodadura	5	5	AC16 surf 50/70 D	MB	Rodadura	AC16 surf 50/70 D
ZA	Riego de Imprimación	20	-	C50BF4 IMP o C60BF4 IMP	ZA	Riego de Imprimación	C50BF4 IMP o C60BF4 IMP
	Zahorra artificial		20	ZA		Zahorra artificial	ZA



Figura 17. Paquete de firme de calzada y arcén en la sección de firme 4231. Elaboración propia.



APÉNDICE N°. 1

1 DATOS DE PARTIDA

Sección transversal Vía C-D en N-332	
Arcén izquierdo (m)	1,00
Arcén derecho (m)	1,50
Carril (m)	3,50
Berma (m)	1,00
Nº de carriles	1

Figura 18. Datos de partida de la sección transversal de la vía colectora en la N-332.
Elaboración propia.

Sección transversal Ramal 1	
Arcén izquierdo (m)	1,00
Arcén derecho (m)	1,50
Carril (m)	4,00
Berma (m)	1,00
Nº de carriles	1

Figura 19. Datos de partida de la sección transversal del ramal 1. Elaboración propia.

Sección transversal Ramal 4	
Arcén izquierdo (m)	1,00
Arcén derecho (m)	1,50
Carril (m)	4,00
Berma (m)	1,00
Nº de carriles	1

Figura 20. Datos de partida de la sección transversal del ramal 4. Elaboración propia.

2 CÁLCULOS PARA ESTUDIO ECONÓMICO

Los PDF adjunto contienen la información.

2.1 Estudio económico para sección 231 (Vía CD de la N-332)

2.2 Estudio económico para sección 3231 (Ramal directo 1)

Propuesta	Total mezcla (€/m³)	Total SC/ZA (€/m³)	Total Betón (€/m³)	Total Filler (€/m³)	TOTAL (€/m³)
1	63,90	31,10	44,42	5,47	144,89
2	63,60	31,10	44,42	5,47	144,60
3	67,61	30,01	49,93	5,98	153,29
4	49,62	32,92	34,93	4,50	121,96
5	49,35	32,92	34,93	4,50	121,70
6	51,19	32,38	35,66	4,35	123,57

[illegible][illegible]

Propuesta	Total mezcla (€/ml)	Total SC/ZA (€/ml)	Total Betún (€/ml)	Total Filler (€/ml)	TOTAL (€/ml)
1	54.16	26.10	38.09	4.69	123.03
2	53.79	26.10	38.09	4.69	122.67
3	50.98	26.92	36.07	4.27	118.24
4	36.33	38.21	25.55	3.29	103.37
5	36.37	38.21	25.55	3.29	103.41
6	35.22	38.48	25.17	3.21	102.09

OSIBLES MB PARA 3232, SUBBASE=SUELO CEMENTO																										
										Mezcla				Betón			Filler									
										Espesor (m)		Ancho (m)	D (t/m3)	%B	F/B	(t/ml)	Precios de ref. U.O.		Precio (ml)	(t/ml)	(€/t)	Precio (€/ml)	Betón*/F/B	(€/t)	Precio (€/ml)	
3232	Propuesta 4	Rodadura	4 cm	AC16 surf D	0,04	6,50	2,45	4,50	1,20	0,6370	26,52	€/t	16,89	0,0287	440,00	12,61	0,0344	49,27	1,69							
		Intermedia	10 cm	6 cm AC22 bin S	0,06	5,00	2,45	4,00	1,10	0,7350	26,44	€/t	19,43	0,0294	440,00	12,94	0,0323	49,27	1,59							
		Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
		SC	22 cm	Suelo cemento	28 cm	Zahorra Art.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
	Propuesta 5	Rodadura	4 cm	AC16 surf S	0,22	5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-								
		Intermedia	10 cm	6 cm AC22 bin D	0,28	1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,64	-	-	-	-	-	-								
		Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
		SC	22 cm	Suelo cemento	28 cm	Zahorra Art.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	Propuesta 6	Rodadura	3 cm	BBTM11B	0,04	6,50	2,45	4,50	1,20	0,6370	26,50	€/t	16,88	0,0287	440,00	12,61	0,0344	49,27	1,69							
		Intermedia	10 cm	7 cm AC22 bin S	0,06	5,00	2,45	4,00	1,10	0,7350	26,51	€/t	19,48	0,0294	440,00	12,94	0,0323	49,27	1,59							
Base		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
SC		22 cm	Suelo cemento	29 cm	Zahorra Art.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
										Espesor (m)		Ancho (m)	D (t/m3)	%B	F/B	(t/ml)	Precios de ref. U.O.		Precio (ml)	(t/ml)	(€/t)	Precio (€/ml)	Betón*/F/B	(€/t)	Precio (€/ml)	
										0,03		6,50	2,35	5,00	1,20	0,4583	1,93	€/m2	12,55	0,0229	440,00	10,08	0,0275	49,27	1,35	
										0,07		5,00	2,45	4,00	1,10	0,8575	26,44	€/t	22,67	0,0343	440,00	15,09	0,0377	49,27	1,86	
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-	-		
										0,29		1,50	-	-	-	18,19	€/m3	7,91	-	-	-	-	-	-		
										0,22		5,00	2,80	3,00	1,10	21,81	€/m3	23,99	0,0924	71,18	6,58	-	-			