

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LA DOCUMENTACION DEL SISTEMA	4A7.5
--	--------------

TITULO DEL TRABAJO: **PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN: EJECUCIÓN, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LA AUTOVÍA DE LA PLATA A-66 ENTRE BENAVENTE Y ZAMORA. TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO – ZAMORA (N)**

TITULO DEL DOCUMENTO: **ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS**

	Nº Trabajo	Sección	Tipo	Versión
CODIGO:	966053	210501	A10	01

Fichero: **Anejo_10 Firmes-v01.docx**

Fecha Edición: **12 de junio de 2013**

Sustituye documento de código: **966053-210501-A10-00**

Sustituido por:

Motivo de la sustitución: **Informe de supervisión**

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por:	Josep Simona Faus		junio de 2013
Verificado por:	Benito Martínez Castellanos		junio de 2013

ÍNDICE

1. DATOS DE PARTIDA	1
1.1 TRÁFICO.....	1
1.2 EXPLANADA	4
1.3 MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS DISTINTAS CAPAS DE FIRME.....	5
1.4 DATOS CLIMÁTICOS SIGNIFICATIVOS.....	7
1.5 CUMPLIMIENTO CON LA ORDEN CIRCULAR 21/2007 SOBRE EL USO Y ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS LIGANTES Y MEZCLAS BITUMINOSAS QUE INCORPOREN CAUCHO (NFU).....	7
2. SELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE FIRME	8
2.1 SECCIONES CONSIDERADAS	8
2.2 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS SECCIONES DE FIRME.....	9
2.3 CONCLUSIONES.....	11
3. SECCIONES ADOPTADAS.....	11
3.1 TRONCO	12
3.2 N-630.....	13
3.3 ENLACES.....	14
3.4 REPOSICIÓN DE CARRETERAS	16
3.5 CAMINOS.....	17
3.6 ESTRUCTURAS.....	18
3.7 CONEXIÓN ENTRE VIALES PAVIMENTADOS Y SIN PAVIMENTAR	18
3.8 DESVÍOS PROVISIONALES	19

APÉNDICE Nº 1. VALORACIÓN DE SECCIONES DE FIRME

1. DATOS DE PARTIDA

1.1 TRÁFICO

De acuerdo con la norma 6.1-IC sobre secciones de firme aprobada por la FOM/3460/2003 de 28 de noviembre, las categorías de tráfico pesado son:

TABLA 1A – CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMD _P (Vehículos pesados / día)	≥ 4000	< 4000 ≥ 2000	< 2000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1B – CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMD _P (Vehículos pesados / día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

La intensidad media diaria de vehículos pesados (IMD_P) que se prevé en los carriles de proyecto en el año de puesta de servicio son:

a) Tronco autovía

La categoría de tráfico pesado en el tronco de la autovía objeto de proyecto es la siguiente:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO EN TRONCO. AÑO DE PUESTA EN SERVICIO

	Tramo 1 (inicio tramo – N-631)	Tramo 2 (N-631 - Montamarta)	Tramo 3 (Montamarta - fin tramo)
IMD _P (Vehículos pesados / día)	735	1.119	1.014
IMD _P en el carril de proyecto (Vehículos pesados / día)	368	559	507
Categoría de tráfico pesado	T2	T2	T2

La categoría de tráfico para los tres tramos considerados a efectos del firme, será la misma e igual a T2.

b) Enlaces

b.1) Ramales

El tráfico de vehículos pesados en los ramales para el año de puesta en servicio es la que se incluye en la siguiente tabla:

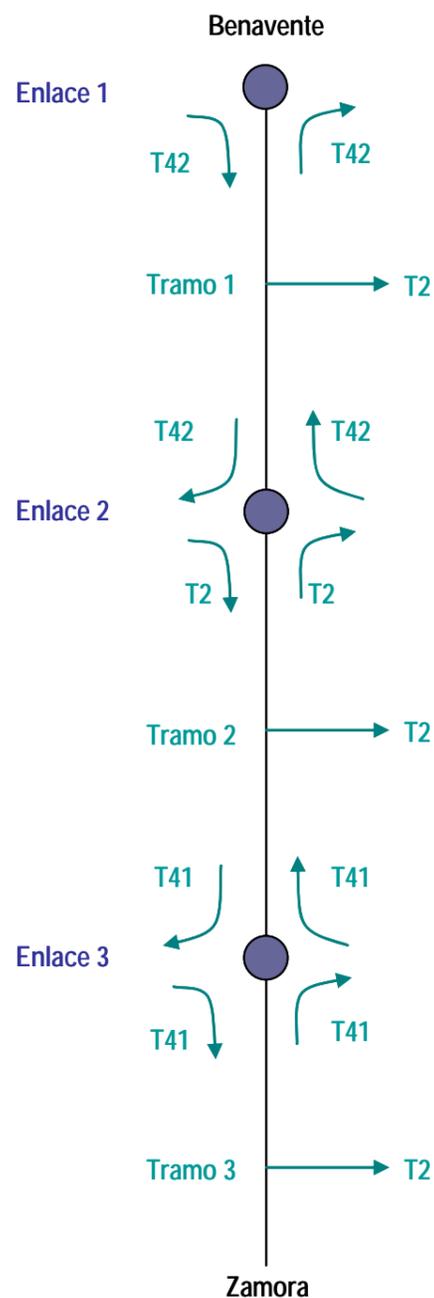
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO EN RAMALES

	IMD (Veh./día)	IMD _P (Vehículos Pesados/ día)	IMD _P en carril de proyecto (Vehículos Pesados/ día)	Categoría de tráfico pesado
Enlace 1: Enlace N-630 (Fontanillas)				
Salida de la A-66 desde Zamora a Fontanillas	69	-	-	T42
Entrada a la A-66 hacia Zamora desde Fontanillas	90	-	-	T42
Enlace 2: Enlace N-630 / 631				
Salida de la A-66 desde Zamora a N-630/N-631	1.599	269	269	T2
Entrada a la A-66 hacia Benavente desde N-630/N-631	70	6	6	T42
Salida de la A-66 desde Benavente a N-630/N-631	161	15	15	T42
Entrada a la A-66 hacia Zamora desde N-630/N-631	1.218	137	137	T31
Enlace 3: Enlace N-630 (Montamarta)				
Salida de la A-66 desde Zamora a Montamarta	252	25	25	T41
Entrada a la A-66 hacia Benavente desde Montamarta	391	39	39	T41
Salida de la A-66 desde Benavente a Montamarta	194	19	19	T42
Entrada a la A-66 hacia Zamora desde Montamarta	252	25	25	T41

En el **enlace 1** se ha adoptado la categoría de tráfico obtenida en el estudio del tramo anterior de proyecto Santovenia del Esla – Fontanillas de Castro, es decir, un **T42**.

A efectos de homogenización en el **enlace 2**, se considera para los **ramales que comunican con Zamora** una categoría de tráfico **T2**, y para **los que comunican con Benavente** una **T42**.

Y por último, en el **enlace 3**, todos los ramales tendrán una categoría de tráfico **T41**.



b.2) Glorietas

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO EN LAS GLORIETAS DEL ENLACE 2: ENLACE N-630/N-631

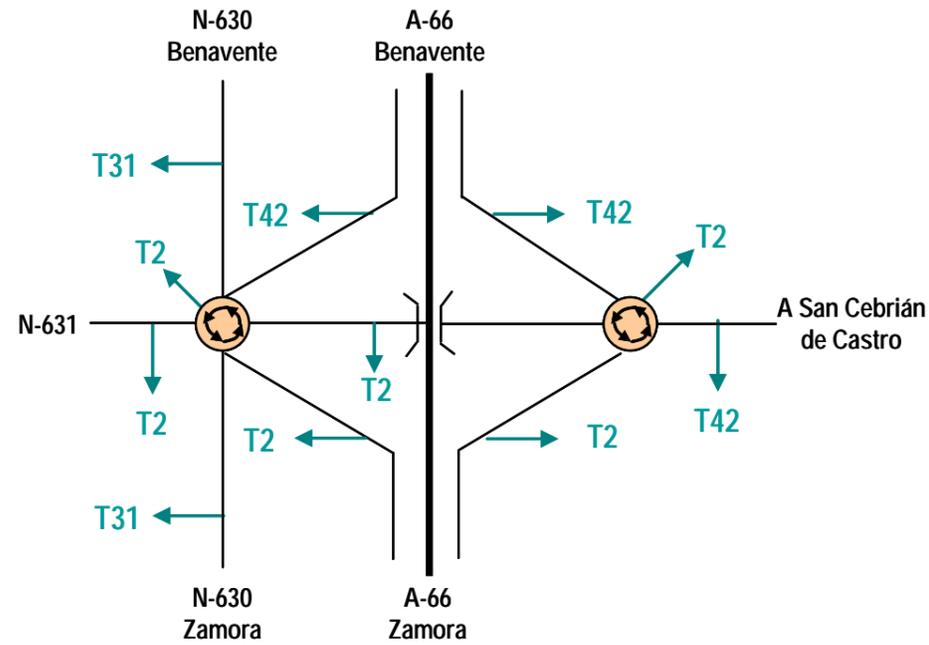
Movimiento	IMDp (Vehículos pesados / día)	IMDp en el carril de proyecto (Vehículos pesados / día)	Categoría de tráfico pesado
Conexión glorietas margen derecha e izquierda	279	139	T31
Carretera a San Cebrián de Castro	12	6	T42
N-630 Zamora	11	6	T42
N-630 Benavente	11	6	T42
N-631	415	207	T2
Glorieta margen derecha	-	-	T2
Glorieta margen izquierda	-	-	T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO EN LAS GLORIETAS DEL ENLACE 3: ENLACE N-630 (MONTAMARTA)

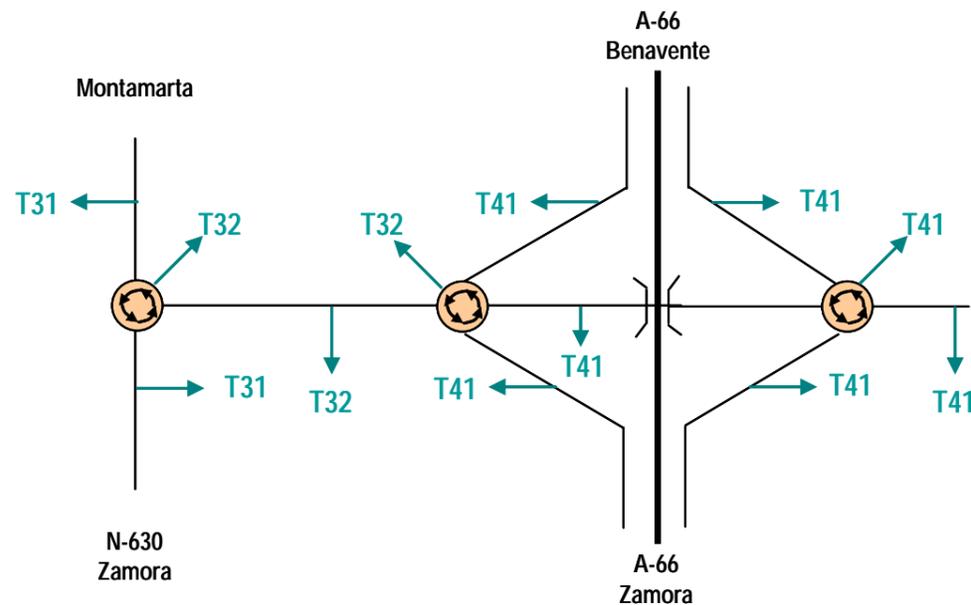
Movimiento	IMDp (Vehículos pesados / día)	IMDp en el carril de proyecto (Vehículos pesados / día)	Categoría de tráfico pesado
Conexión glorietas margen derecha e izquierda	63	32	T41
Carretera a Molacillos	1	1	T42
Conexión glorietas entre la A-66 y la N-630	107	53	T32
N-630 Zamora	8	4	T42
N-630 Benavente	115	57	T32
Glorieta margen derecha	-	-	T41
Glorieta margen izquierda	-	-	T32
Glorieta Montamarta	-	-	T32

En las glorietas también se han unificado categorías de tráfico, resultando finalmente las que se muestran en el siguiente grafo. Para la definición de las categorías de tráfico pesado en cada una de las glorietas proyectadas, se ha estimado la más restrictiva de los ramales que acceden a las mismas. Por último, la categoría de tráfico pesado en la **carretera nacional N-630** será una menos que la obtenida en el tronco de la vía de la A-66, es decir, un **T31**.

ENLACE 2: ENLACE N-630/N-631



ENLACE 3: ENLACE N-630 (MONTAMARTA)



c) Área de descanso

Los carriles de cambio de velocidad proyectados para el Área de Descanso en el P.K. 13+500 de la Autovía A-66, tendrán la misma categoría de tráfico que el tronco de la vía que es un T2.

Para el cálculo de la categoría de tráfico pesado en la propia Área de Descanso, así como en sus viales internos, se considerará que del tráfico total pesado pasante parará el 1,92%. Este porcentaje se obtiene siguiendo la metodología que utiliza el Anteproyecto de Áreas de Descanso para la Red de Alta Capacidad en Servicio, metodología basada en la Federal Highway Administration Americana de aplicación a la realidad española y basada en considerar la distancia con las áreas de descanso adyacentes.

Es decir, la IMD de pesados que circularán por el Área de Descanso, estando ésta ubicada en el tramo 3 de la autovía objeto de proyecto (enlace de Montamarta – final de tramo), y a partir de la cual se dimensionará el firme de la misma es:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO EN AREA DE DESCANSO. AÑO DE PUESTA EN SERVICIO

	Tramo 3 (Montamarta - fin tramo)
IMDp en el carril de proyecto en el tronco (Vehículos pesados / día)	507
IMDp en interior del Área de Descanso (Vehículos pesados / día)	10
Categoría de tráfico pesado	T42

La categoría estricta de tráfico pesado en el Área de Descanso es un T42, puesto que esta categoría de tráfico es la considerada para el dimensionamiento de caminos, se adoptarán dos categorías de tráfico más para el diseño de los viales y de la explanada, es decir, una categoría T32.

1.2 EXPLANADA

El material de la explanada en el fondo de cada uno de los desmontes pertenecientes a este tramo se ha indicado en el cuadro resumen de desmontes.

Cuando el fondo de desmonte está formado por materiales terciarios de la facies Tierra de Campos (TC₂), de la facies Aspariegos (T_A) o de la facies Montamarta (T_{M2}), la explanada natural tiene categoría de suelo inadecuado o marginal.

La explanada natural tiene calificación de suelo tolerable en las zonas en las que el terreno del fondo está constituido por materiales cuaternarios coluviales (Qc).

El fondo de excavación tiene la calificación de roca en las zonas correspondientes al terreno del ordovícico (O_R).

A continuación, se incluye un cuadro resumen con la naturaleza de la explanada natural a lo largo de este tramo del recorrido:

Esta tramificación corresponde a los estacionamientos del tronco de la autovía, para el resto de viales del proyecto el tipo de explanada será el correspondiente a la proyección de cada punto del eje sobre el tronco.

Se ha considerado una explanada E-3 en la autovía, de acuerdo con la Nota de Servicio 5/06 sobre explanaciones y capas de firme tratadas con cemento, en la que en la instrucción 2ª se indica que todo el tramo de autovía de nueva construcción, independientemente de la categoría de tráfico pesado previsto en la fecha de puesta en servicio, deberá disponer de una categoría de explanada tipo E-3.

EXPLANADA NATURAL (FONDOS DE DESMONTE) TRAMO 3. Fontanillas de Castro - Zamora (N)		
TRAMO (PK)	LONGITUD (m)	EXPLANADA NATURAL
0+000 - 0+530	530	Suelo Marginal
0+530 - 0+740	210	Suelo Tolerable
0+740 - 0+990	250	Suelo Marginal
0+990 - 1+090	100	Roca
1+090 - 1+780	690	Suelo Marginal
1+780 - 1+880	100	Suelo Adecuado
1+880 - 2+910	1.030	Suelo Tolerable
2+910 - 3+980	1.070	Suelo Marginal
3+980 - 4+290	310	Roca
4+290 - 5+050	760	Suelo Marginal
5+050 - 5+150	100	Roca
5+150 - 6+180	1.030	Suelo Marginal
6+180 - 6+280	100	Suelo Tolerable
6+280 - 16+900	10.620	Suelo Marginal

El tipo de explanada a disponer (E3) se conseguirá según los siguientes criterios:

- Si la explanada natural corresponde a un suelo inadecuado o marginal, se formará con 105 cm de espesor. Los 75 cm inferiores con suelo adecuado y los 30 cm superiores con suelo estabilizado S-EST3. Se extenderá un geotextil entre el fondo de desmonte y la formación de la explanada.
- Si la explanada natural corresponde a un suelo tolerable, se formará con 80 cm de espesor. Los 50 cm inferiores con suelo adecuado y los 30 cm superiores con suelo estabilizado S-EST3.
- En los tramos en desmonte donde se ha considerado el fondo de la excavación en roca, no es necesario disponer ninguna explanada adicional, únicamente una regularización del fondo con hormigón HM-20.
- En los rellenos, que tendrán una coronación de suelo adecuado, la explanada de categoría E3 se formará con 30 cm de suelo estabilizado S-EST3.

1.3 MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS DISTINTAS CAPAS DE FIRME

Los materiales necesarios para la construcción de las distintas capas de firme son los siguientes:

- Mezclas bituminosas:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	BBTM 11B PMB 45/80-60	2,00	4,75
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Rodadura	AC22 surf B50/70 S	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00
Base	AC32 base B50/70 G	2,40	3,65

- Suelo cemento (SC-40)

A lo largo de la traza se excavan principalmente dos tipos de materiales que pueden ser aptos para su empleo en las capas de firme:

- Cuarzitas, esquistos y filitas del Ordovícico (unidad OR)
- Terraza: Gravas redondeadas cuarcíticas con matriz arenosa y niveles de arcilla limosa rojiza (unidad QT)

Los materiales del Ordovícico, con el adecuado tratamiento en planta (selección, machaqueo, etc) podrían emplearse como zahorra artificial y árido para mezclas bituminosas. Las gravas y arenas de las terrazas, también con un tratamiento en planta, podrían emplearse en la fabricación de suelo cemento. No obstante, el volumen de material excavado es insuficiente para cubrir el movimiento de tierras de la traza por lo que habrá que recurrir a préstamos o explotaciones existentes en la zona para obtener los materiales necesarios para las capas de firme.

En el Anejo nº 02 – Geología y procedencia de materiales, se presenta el estudio de las explotaciones que podrán suministrar el material para las distintas capas de firme. En dicho anejo se presentan planos de situación de las explotaciones y fichas detalladas de las mismas. En la tabla de la siguiente página se presenta una breve relación de dichas instalaciones.

CUADRO RESUMEN DE GRAVERAS Y CANTERAS					
EXPLOTACIÓN	MATERIAL	PRODUCCIÓN	UTILIZACIÓN	SITUACIÓN	DISTANCIA A MONTAMARTA
ARCYCA	Gravas y arenas. Terraza del Duero	2.000 t/día	Terraplén, áridos para hormigón y zahorras	Coreses (ZA)	28 km
GRAVERA BENEITEZ (Coreses)	Gravas y arenas. Terraza del Duero	3.000 t/día	Terraplén, áridos para hormigón y zahorras	Coreses (ZA)	25 km
GRAVERA BENEITEZ (Fresno de la Ribera)	Gravas y arenas. Terraza del Duero	3.000 t/día	Terraplén, áridos para hormigón y zahorras	Fresno de la Ribera (ZA)	31 km
ARIPRESA	Gravas y arenas. Terraza del Duero	100 t/hora	Terraplén, áridos para hormigón, suelocemento, zahorras y mezclas bituminosas (intermedia y base).	Coreses (ZA)	28 km
SAN GREGORIO	Gravas y arenas. Terraza del Duero	1.000 t/día	Terraplén, áridos para hormigón y zahorras	Fresno de la Ribera (ZA)	31 km
ÁRIDOS SOLA E HIJOS	Gravas y arenas. Terraza del Duero	400.000 t/año	Terraplén, áridos para hormigón y zahorras	Villalazán	35 km
ARIDOS TOMAS MARTIN	Gravas y arenas. Terraza	-	Terraplén, áridos para hormigón y zahorras	Fresno de la Ribera (ZA)	33 km
JOSE ISIDRO TORRES	Gravas y arenas. Terraza del Duero	5.000 t/día	Terraplén, áridos para hormigón, suelocemento, zahorras y mezclas bituminosas (intermedia y base).	Toro (ZA)	49 km
ÁRIDOS 93	Gravas y arenas. Terraza	-		Toro (ZA)	50 km
CANTERAS Y GRAVERAS DEL DUERO	Gravas y arenas. Terraza	-		Coreses (ZA)	28 km
ÁRIDOS 93	Gravas y arenas. Terraza	-		Coreses (ZA)	28 km
ARCEBANSÁ, ARCYCA	Gravas y arenas. Terraza	-		Coreses (ZA)	28 km
ARCEBANSÁ, ARCYCA	Gravas y arenas. Terraza	-		Villaralbo (ZA)	26 km
HNOS. TÁBARA	Cuarcitas	-		San Cebrián de Castro (ZA)	10 km
ÁRIDOS DA AL GO	Gravas y arenas. Terraza	-		Toro (ZA)	50 km
CANTERA LOS PLANTÍOS	Corneanas	1.800 t/día	Mezclas bituminosas	Guijuelo (SALAMANCA)	140 km
CANTERA LA GOTERA	Cuarcitas	-	Mezclas bituminosas	Ciñera (LEÓN)	164 km

Se ha puesto como distancia de referencia la existente hasta Montamarta, teniendo en cuenta que el municipio es aproximadamente el punto intermedio del tramo.

Como conclusión se puede indicar que el material necesario para las capas de zahorra artificial, suelo cemento, árido para hormigones y árido para mezclas bituminosas en las capas de base e intermedia se podrá obtener en la mayor parte de las explotaciones existentes, siendo la elección de una y otra función de la distancia, producción y características de los materiales extraídos en el momento de ejecutarse la obra.

Para la capa de rodadura la única cantera que en estos momentos extrae material apto para el tronco de la A-66 (categoría de tráfico T2) es la de Los Plantíos, en Guijuelo (Salamanca) a unos 140 km de la traza.

1.4 DATOS CLIMÁTICOS SIGNIFICATIVOS

El resumen de los datos climáticos más significativos a considerar en el diseño de las capas de afirmado se ha obtenido de la estación meteorológica Zamora (observatorio)

Código	Denominación	Coordenadas UTM			Provincia	Tipo
		X	Y	Altura		
2614	ZAMORA (OBSERVATORIO)	271.883	4.599.804	656	ZAMORA	CTP

Los datos de precipitación media y número medio de días con helada se muestra en el cuadro siguiente:

MESES	PRECIPITACIÓN	Nº MEDIO DIAS
	MEDIA	HELADA
Enero	33,4	15,1
Febrero	28,0	11,3
Marzo	28,1	5,6
Abril	31,4	1,4
Mayo	38,7	0,1
Junio	29,4	0,0
Julio	11,6	0,0
Agosto	11,4	0,0
Septiembre	26,4	0,0
Octubre	38,1	0,4
Noviembre	40,4	6,4
Diciembre	41,7	12,7
AÑO	358,6	53,0

Dada la climatología de la zona de proyecto, zona térmica estival cálida y pluviométricamente poco lluviosa, con una precipitación media anual de 358,6 mm, inferior a 600 mm, se descarta la utilización de mezclas drenantes en la rodadura y se adoptan mezclas discontinuas.

1.5 CUMPLIMIENTO CON LA ORDEN CIRCULAR 21/2007 SOBRE EL USO Y ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS LIGANTES Y MEZCLAS BITUMINOSAS QUE INCORPOREN CAUCHO (NFU)

En cumplimiento con la Orden Circular 21/2007 se realiza una comparación económica entre el Betún Modificado tipo B 50/70 a utilizar en capas de firme según indica el PG-3, y el B 50/70 Modificado con Caucho procedente de neumáticos fuera de uso, a utilizar en dicha capa según se indica en la Orden Circular 21/2007.

Se considera para realizar la comparación la extensión completa, incluido betún y filler de aportación, de una sección calzada de autovía por m² de la capa de rodadura con mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM 11B, de 3 cm de espesor. La comparación económica es la siguiente:

Usando betún B50/70

Medición:

M.B. tipo AC22 bin S:	1,00 x 0,05 x 2,45	=	0,123 t/m
M.B. tipo AC32 base			
G:	1,00 x 0,07 x 2,40	=	0,168 t/m
Betún B 50/70:	0,1225 x 0,040 + 0,168 x 0,0365	=	0,011 t/m
	1,1 x 1 x 0,0049 + 1,0 x 1 x		
Filler de aportación:	0,006132	=	0,012 t/m

Coste:

M.B. tipo AC22 bin S:	0,1225 x 18,22	=	2,232 €
M.B. tipo AC32 base			
G:	0,168 x 16,54	=	2,779 €
Betún B 50/70:	0,011032 x 207,69	=	2,291 €
Filler de aportación:	0,011522 x 57,30	=	0,660 €

Total sección con betún B 50/70: = 7,96 €

Usando betún BC50/70

Medición:

M.B. tipo AC22 bin S:	1,00 x 0,05 x 2,45	=	0,123 t/m
M.B. tipo AC32 base			
G:	1,00 x 0,07 x 2,40	=	0,168 t/m
Betún BC 50/70:	0,1225 x 0,040 + 0,168 x 0,0365	=	0,011 t/m
	1,1 x 1 x 0,0049 + 1,0 x 1 x		
Filler de aportación:	0,006132	=	0,012 t/m

Coste:

M.B. tipo AC22 bin S:	0,1225 x 18,22	=	2,232 €
M.B. tipo AC32 base			
G:	0,168 x 16,54	=	2,779 €
Betún BC 50/70:	0,011032 x 230,76	=	2,546 €
Filler de aportación:	0,011522 x 57,30	=	0,660 €

Total sección con betún BC50/70: = 8,22 €

El incremento de coste por m² de sección de las capas intermedia y base por empleo del Betún mejorado con Caucho procedente de neumáticos fuera de uso es de 0,25 €/m².

Además del inconveniente económico se debe señalar dos aspectos fundamentales de carácter técnico a la hora de determinar a conveniencia de su empleo:

1.- Actualmente no se tiene constancia de la existencia de tramos de nueva construcción, realizados con betún mejorado con caucho procedente de neumáticos fuera de uso, ejecutado por el Ministerio de Fomento.

2.- En aquellos tramos en los que se utilizó este tipo de betún, en España, han sido en tramos de rehabilitación de la capa de rodadura, realizados con una antigüedad inferior a cinco años, tiempo que se considera insuficiente para la comprobación real de su correcto funcionamiento. De momento, el uso de este material en carreteras ha tenido un carácter experimental.

Por tanto, se considera que es demasiado pronto para saber si dentro de diez años supondrá una mejora de durabilidad respecto a un firme con otro betún de características similares. Dado que no existe experiencia en España, las publicaciones sobre su comportamiento a lo largo de la vida útil se recurren a Estados Unidos, donde las condiciones climáticas y de materiales no son exactamente extrapolables.

Atendiendo a estos condicionantes, **no se considera conveniente el uso del Betún Mejorado con Caucho procedente de neumáticos fuera de uso, en este proyecto.**

2. SELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE FIRME

2.1 SECCIONES CONSIDERADAS

De acuerdo con la Norma 6.1-I.C “Secciones de firme”, las secciones de firme posibles para el tronco de autovía, con una categoría de tráfico pesado T2 y un tipo de explanada E-3 son las siguientes:

NORMA 6.1-I.C (Espesores de capas en cm)

	231	232	234
Mezclas bituminosas	20	15	--
Hormigón vibrado	--	--	23
Hormigón magro	--	--	15
Suelo-cemento	--	20	--
Zahorra artificial	25	--	--

Las capas de mezclas bituminosas se distribuyen de la siguiente forma:

SECCIÓN DE CATÁLOGO	231	232	234
Capa de rodadura	3 cm M.B.C M-10	3 cm M.B.C M-10	23 cm HP
Capa intermedia	5 cm M.B.C S-20	5 cm M.B.C S-12	--
Capa de base	12 cm M.B.C G-25 (6cm + 6 cm)	7 cm M.B.C S-20 20 cm suelo cemento	15 cm HM
Capa de sub-base	25 cm zahorra artificial		

2.2 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS SECCIONES DE FIRME

La sección 234 no se considera por criterios de coordinación con los tramos del itinerario Benavente – Zamora. No es conveniente el cambio de las características de rodadura del pavimento en el mismo itinerario por lo que no se adoptan firmes rígidos en ninguno de los tramos.

2.2.1 Consideraciones técnicas

2.2.1.1 Consideraciones sobre el empleo de secciones con pavimento de hormigón

Las secciones con pavimento de hormigón son las que teóricamente ofrecen mejor comportamiento estructural, siempre que se dispongan arcones exteriores de hormigón vibrado unidos a las calzadas por barras de atado. Se trata además de secciones para un

periodo de proyecto de 30 años, mientras que en las restantes el periodo de proyecto es tan solo de 20 años.

Como desventaja conviene indicar que, si bien estas secciones requieren menor conservación, las labores de mantenimiento y de reparación son mucho más complejas y costosas.

2.2.1.2 Consideraciones sobre el empleo de secciones de firme flexible sobre base granular

La disposición de una capa granular de zahorra artificial, como transición entre la explanada y las mezclas bituminosas, se considera también muy conveniente para armonizar los resultados de los comportamientos diferenciados de dichos materiales de forma que a las capas superiores de pavimento no se transmitan posibles alteraciones o defectos que se pueden derivar de un contacto directo.

Por otra parte, la extracción de este material para formación de las bases de las capas de firme produce un impacto ambiental severo en las zonas de extracción que debe tender a evitarse.

2.2.1.3 Consideraciones sobre el empleo de secciones con capas de suelocemento

Técnicamente se puede afirmar que el comportamiento del suelocemento aporta mayor resistencia estructural que la zahorra artificial, con lo que se consigue que la capacidad portante total del firme sea mayor, obteniéndose una sección de mayor calidad.

Las bases de suelocemento, al contar en su composición con un conglomerante hidráulico, además de incrementar su capacidad portante, impermeabilizan el material, con lo que la coronación de la explanada queda mejor protegida que si se utilizan zahorras.

Por todo ello parece aconsejable el empleo para el presente proyecto, desde el punto de vista técnico, de la sección 232.

2.2.2 Análisis de características funcionales

De todas las características funcionales que pudieran considerarse, las fundamentales, por orden de importancia, son la resistencia al deslizamiento, la regularidad superficial, las propiedades ópticas y la sonoridad.

2.2.2.1 Evaluación de la experiencia existente

En relación a las capas de rodadura tradicionales, se han presentado a veces problemas de deslizamiento sobre mezclas bituminosas por no haberse empleado áridos gruesos suficientemente resistentes al pulimento. Por otra parte, parece que en los pavimentos de hormigón se han planteado mayores problemas de regularidad superficial, siendo en cualquier caso, superficies con un nivel sonoro (contacto neumático-pavimento) algo superior a los de mezcla bituminosa. Por ello se procurará una capa de rodadura bituminosa.

2.2.2.2 Regularidad superficial

Los factores que inciden en la consecución de una mejor o peor regularidad superficial son:

- El tipo de firme.
- El nº de capas que lo componen.
- La organización de los tajos de extensión.
- La existencia de puntos singulares (por ejemplo obras de fábrica).

Debe atenderse más a las posibilidades de obtener la mejor regularidad superficial que sea factible que a las posibilidades de corregir irregularidades superficiales producidas en la puesta en obra o tras un tiempo en servicio. En primera instancia, debido a esta razón, los firmes más adecuados son los que tienen al menos tres capas de mezclas bituminosas.

2.2.2.3 Resistencia al deslizamiento

Los factores dependientes de la capa de rodadura que inciden en una mayor o menor resistencia al deslizamiento son fundamentalmente los siguientes:

- Microtextura y resistencia al pulimento de la misma.
- Macrotextura y su tipología (con o sin orientación).

En pavimentos de hormigón basta con que aproximadamente el 30% de la arena sea de naturaleza silíceo. Incluso con cepillados muy suaves se consiguen óptimos coeficientes de rozamiento.

En pavimentos de mezcla bituminosa, las fracciones de árido con tamaños superiores a los 5 mm deben tener un coeficiente de pulido acelerado no inferior a 0,50. El tamaño máximo nominal del árido debe ser de 20 mm como mínimo si la granulometría es continua y de 12 mm como mínimo si es discontinua.

2.2.2.4 Sonoridad

Con soluciones tradicionales, el nivel sonoro del contacto neumático-pavimento crece con el coeficiente de rozamiento. Debería, en función de lo indicado, irse a cepillados muy suaves con pavimentos de hormigón o a mezclas bituminosas de granulometría discontinua y tamaño máximo nominal de los áridos no superiores a 12 mm.

Lo más efectivo es el empleo de una capa de rodadura de mezcla bituminosa porosa o discontinua.

De lo expuesto anteriormente parece razonable deducir que todas las secciones con capa de rodadura de mezcla bituminosa presentan un comportamiento análogo desde el punto de vista funcional y mejor que el de los firmes de hormigón. Además se tenderá a capas de rodadura de mezcla discontinua y arido no calizo.

2.2.3 Costes de construcción

En el apéndice nº 1 se incluye la valoración de los costes de construcción de cada una de las secciones indicadas, por metro de calzada.

El firme considerado en los arcenes, está formado por la prolongación de la capa de rodadura e intermedia de la calzada, sobre una base y sub-base de zahorra.

Los importes obtenidos son:

Sección de firme de una calzada	Precio (€/m)
SECCION: 231 20 MB + 25 ZA	221,29
SECCION: 232 15 MB + 20 SC	193,14

2.2.4 Costes de mantenimiento y conservación

Con objeto de considerar en el análisis los costes de mantenimiento y conservación, se han consultado los siguientes documentos:

1. Estudio económico de las nuevas secciones de firme en autovías. Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón. Abril de 1987
2. Curso de pavimentos de hormigón. Evaluación económica. D. Miguel Ángel del Val Melus. Marzo 1991.

En el primero de estos documentos se consideran los mismos costes de mantenimiento y de conservación para todas las secciones de firmes flexibles y semirígidos. Los costes de mantenimiento son los derivados del refuerzo y renovación superficial a realizar a los 10 y 20 años de la puesta en servicio, que consiste en añadir 6 cm de mezcla bituminosa. Por otro lado, los gastos de conservación se evalúan en un gasto anual del 0,5 % de los costes de construcción.

En el segundo de los documentos se consideran los mismos costes para las secciones con zehorras y con suelo-cemento en los que se prevén las siguientes rehabilitaciones:

- 2 Años 10º y 35º Riego de adherencia + 6 cm de mezcla bituminosa.
- 3 Años 20º y 30º Riego de adherencia + 8 cm de mezcla bituminosa.

En definitiva, se puede resumir que los costes de mantenimiento y conservación son similares en las secciones 231 y 232 que no constituyen un parámetro diferenciador.

2.3 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta esta comparación económica, se considera que, desde un punto de vista económico, la sección 232 con sub-base de suelo-cemento resulta económicamente más ventajosa.

Esta solución se corresponde con la sección 232 de la Instrucción, formada por 15 cm de mezclas bituminosas sobre 20 cm de suelo-cemento, estableciéndose la siguiente estructura de capas:

Sección tipo: 232 15 MB + 20 SC

Calzada y arcén interior.

- Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11B con betún tipo PMB 45/80-60 con dotación de 60 kg/m². Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa modificada con polímeros tipo C60BP4 ADH, con dotación de ligante residual superior a 250 g/m²

- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con dotación de ligante residual superior a 200 g/m²
- Base bituminosa: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con dotación de ligante residual superior a 200 g/m²
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con dotación de ligante residual superior a 300 g/m²
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40
- Explanada Tipo E-3

3. SECCIONES ADOPTADAS

A continuación se indica la sección de firme adoptada para cada uno de los ejes del proyecto, para seguidamente describir la constitución de cada una de las mismas:

TRONCO	
Tronco Autovía A-66	232

ENLACE 1: ENLACE N-630 (FONTANILLAS)	
Ramal Salida de la A-66 desde Zamora a Fontanillas	4232
Ramal Entrada a la A-66 hacia Zamora desde Fontanillas	4232

ENLACE 2: ENLACE N-630/631	
Ramal Salida de la A-66 desde Zamora a N-630/N-631	232
Ramal Entrada a la A-66 hacia Benavente desde N-630/N-631	4232
Ramal Salida de la A-66 desde Benavente a N-630/N-631	4232
Ramal Entrada a la A-66 hacia Zamora desde N-630/N-631	232
Conexión glorietas margen derecha e izquierda	232
Carretera N-630	3132
Carretera N-631	232
Glorietas	232

ENLACE 3: ENLACE N-630 (MONTAMARTA)	
Ramal Salida de la A-66 desde Zamora a Montamarta	4132
Ramal Entrada a la A-66 hacia Benavente desde Montamarta	4132
Ramal Salida de la A-66 desde Benavente a Montamarta	4132
Ramal Entrada a la A-66 hacia Zamora desde Montamarta	4132
Conexión glorietas margen derecha e izquierda	4132
Conexión glorietas entre la A-66 y la N-630	3232
N-630	3132
Glorieta margen derecha	4132
Glorieta margen izquierda	3232
Glorieta Montamarta	3232

ÁREA DE DESCANSO EN PK 13+500	
Carriles de cambio de velocidad	232
Área y viales internos	3132

VARIANTES DE CARRETERAS	
Variante de Carretera ZA-2312	3232
Variante de Carretera local pk 14+5	4232

3.1 TRONCO

Sección tipo: 232 15 MB + 20 SC

Calzada y arcén interior.

- Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11B, con dotación de 60 kg/m². Tipo de betún PMB 45/80-60. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa modificada con polímeros tipo C60BP4 ADH, con una dotación de 439 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 250 g/m².
- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Base bituminosa: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,0.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40

- Explanada Tipo E-3

Arcén exterior.

- Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11B, con dotación de 60 kg/m². Tipo de betún PMB 45/80-60. Relación filler / betún 1,2..
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa modificada con polímeros tipo C60BP4 ADH, con dotación de ligante residual superior a 250 g/m²
- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m²
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m²
- Base tratada con cemento: 27 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
Pre-fisurado con espaciamiento de 3 m
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	BBTM 11B PMB 45/80-60	2,00	4,75
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00
Base	AC32 base B50/70 G	2,40	3,65

3.2 N-630

Sección tipo: 3132 12 MB + 22 SC

Calzada y arcén menor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40
- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².

- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 29 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m ³)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

3.3 ENLACES

Para los ramales, gloriets de enlace y variantes de carretera, se proponen secciones con la base bituminosa y sub-base de suelo cemento, siguiendo el mismo criterio utilizado en el tronco.

La capa de rodadura será de mezcla bituminosa en caliente.

Sección tipo: 232* 15 MB + 20 SC

Calzada y arcén menor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 10 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².

- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 30 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m ³)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

Sección tipo: 3132 12 MB + 22 SC

Calzada y arcén menor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.

- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 22 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 29 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m ³)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

Sección tipo: 3232 10 MB + 22 SC

En calzada y arcén menor de 1,25 m.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 22 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.

- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 27 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

Sección tipo: 4132 8 MB + 20 SC

En calzada y arcenes (incluso mayores de 1,25 m)

- Capa de rodadura: 8 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC22 surf S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,50

Sección tipo: 4232 5 MB + 20 SC

En calzada y arcenes.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50

3.4 REPOSICIÓN DE CARRETERAS

Sección tipo: 3232 10 MB + 22 SC

En calzada y arcén menor de 1,25 m.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.

- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 22 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 27 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

Sección tipo: 4232 5 MB + 20 SC

En calzada y arcenes.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50

3.5 CAMINOS

Los caminos estarán compuestos por 15 cm de S-EST1 sobre 30 cm de suelo adecuado, según la O.M. 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios. Sobre el S-EST1 se extenderá un riego de curado y un simple tratamiento superficial.

3.6 ESTRUCTURAS

En las estructuras diseñadas para salvar cursos de agua, pasos de fauna o caminos proyectados como marcos o pórticos con carga de tierras, se da continuidad a la explanada y todas las capas de firme en el tronco.

El firme en las estructuras proyectadas a rasante es el siguiente:

Viaductos y puentes de autovía

Calzada

Rodadura: 3 cm mezcla bituminosa discontinua BBTM 11B PMB 45/80-60

Tipo de betún PMB 45/80-60

Relación filler / betún 1,2

Riego de adherencia: emulsión bituminosa modificada C60BP4 ADH

Dotación 439 g/m²

Dotación de ligante residual > 250 g/m²

Intermedia 5 cm mezcla bituminosa AC22 bin B50/70 S

Tipo de betún B50/70

Relación filler / betún 1,1

Riego de adherencia: emulsión bituminosa C60B4 ADH

Dotación 351 g/m²

Dotación de ligante residual > 200 g/m²

Impermeabilización Solución monocapa a base de imprimación asfáltica y lámina de betún elastomérico armado con fieltro de poliéster reforzado y estabilizado.

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	BBTM 11B PMB 45/80-60	2,00	4,75
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

Pasos superiores

Calzada

Rodadura: 5 cm mezcla bituminosa cerrada AC16 surf D. Tipo de betún B50/70

Filler de aportación 100%

Relación filler / betún 1,2

Riego de adherencia: emulsión bituminosa modificada C60B4 ADH

Dotación 351 g/m²

Dotación de ligante residual > 200 g/m²

Impermeabilización: Solución monocapa a base de imprimación asfáltica y lámina de betún elastomérico armado con fieltro de poliéster reforzado y estabilizado.

3.7 CONEXIÓN ENTRE VIALES PAVIMENTADOS Y SIN PAVIMENTAR

En las conexiones entre viales pavimentados y sin pavimentar deben pavimentarse un mínimo de 25 m a medir desde la arista exterior de la calzada de la carretera.

En las conexiones entre viales pavimentados y sin pavimentar el firme adoptado es:

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.

- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 15 cm de EST-1.
- Subbase granular: 30 cm de Suelo adecuado.

3.8 DESVÍOS PROVISIONALES

3.8.1 Desvío carretera N-630

Sección tipo: 3132 12 MB + 22 ZA

Calzada y arcenes.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 22 cm de suelo-cemento tipo SC-40.

- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m ³)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

3.8.2 Desvío carreteras locales y accesos a obra

Se dispondrá la misma sección de firme que en los caminos, 15 cm de S-EST1 sobre 30 cm de suelo adecuado. Sobre el S-EST1 se extenderá un riego de curado y un simple tratamiento superficial.

APÉNDICE Nº 1. VALORACIÓN DE SECCIONES DE FIRME

SECCION 231

MEDICIÓN DEL M DE UNA CALZADA DE AUTOVIA

CALZADA	CAL+ARC m	DERRAME m	SOB, EXT m	SOB,INT m	ESPEJOR m	DENS. MEZC. T/m3	% BETUN	FILLER/BETUN	VOLUMEN m3	TN. MEZC.	TN. BET.	TN. CEM.	TIPO	R ADH. T	R. IMP. T
RODADURA	8,000	0,030	0,200		0,030	2,200	0,050	1,000	0,246	0,542	0,027	0,027	BBTM11A		
INTERMEDIA	8,000	0,050	0,280	0,050	0,050	2,400	0,045	1,200	0,418	1,003	0,045	0,054	AC22binS	0,005	
BASE1	8,000	0,060	0,330	0,100	0,060	2,350	0,040	1,100	0,508	1,193	0,048	0,052	AC32baseG	0,005	
BASE2	8,000	0,060	0,380	0,150	0,060	2,350	0,040	1,100	0,514	1,207	0,048	0,053	AC32baseG	0,005	
SUB-BASE	8,000	0,250	0,480	0,250	0,250				2,214				ZART		0,013

ARCÉN EXTERIOR	ANCHO m	SOB. INT m	SOB. EXT m	ESPEJOR m	D. MEZC. T/m3	D. BETUN	FILLER/BETUN	VOLUMEN m3	TN. MEZC.	TN. BET.	TN. CEM.	TIPO	R. ADH. T	RIMP. T
RODADURA	2,500	-0,200		0,030	2,200	0,050	1,000	0,069	0,153	0,008	0,008	BBTM11A		
INTERMEDIA	2,500	-0,280	0,090	0,050	2,400	0,045	1,200	0,117	0,280	0,013	0,015	AC22binS	0,001	
BASE	2,500	-0,330	0,140	0,060	2,350	0,040	1,100	0,140	0,330	0,013	0,015	AC32baseG	0,001	
SUB-BASE1	2,500	-0,380	0,240	0,060				0,143				ZART		0,004
SUB-BASE2	2,500	-0,480	0,340	0,250				0,621				ZART		

PRESUPUESTO POR M DE UNA CALZADA DE AUTOVIA (euros)

DESIGNACIÓN	UNIDAD		MEDICIÓN ud	PRECIO euros
	UD	PRECIO		
BBTM11A	T	40,00	0,695	27,80
AC22binS	T	17,50	1,283	22,45
AC32baseG	T	16,15	2,730	44,09
BETÚN PMB 45/80-60	T	440,00	0,035	15,40
BETÚN B50/70	T	350,00	0,167	58,45
FILLER	T	87,85	0,224	19,68
ZAHORRA ARTIFICIAL	T	12,50	2,835	35,44
RIEGO ADHERENCIA	T	260,00	0,017	4,42
TOTAL				227,73

SECCION 232

MEDICIÓN DEL M DE UNA CALZADA DE AUTOVIA

CALZADA	CAL+ARC m	DERRAME m	SOB, EXT m	SOB,INT m	ESPEJOR m	DENS. MEZC. T/m3	% BETUN	FILLER/BETUN	VOLUMEN m3	TN. MEZC.	TN. BET.	TN. CEM.	TIPO	R ADH. T	R. IMP. T
RODADURA	8,000	0,030	0,200		0,030	2,200	0,050	1,000	0,246	0,542	0,027	0,027	BBTM11A		
INTERMEDIA	8,000	0,050	0,280	0,050	0,050	2,400	0,045	1,200	0,418	1,003	0,045	0,054	AC22binS	0,005	
BASE	8,000	0,070	0,330	0,100	0,070	2,350	0,040	1,100	0,593	1,392	0,056	0,061	AC32baseG	0,005	
SUB-BASE	8,000	0,200	0,430	0,200	0,200				1,746				SC		0,013

ARCÉN EXTERIOR	ANCHO m	SOB. INT m	SOB. EXT m	ESPEJOR m	D. MEZC. T/m3	D. BETUN	FILLER/BETUN	VOLUMEN m3	TN. MEZC.	TN. BET.	TN. CEM.	TIPO	R. ADH. T	RIMP. T
RODADURA	2,500	-0,200		0,030	2,200	0,050	1,000	0,069	0,153	0,008	0,008	BBTM11A		
INTERMEDIA	2,500	-0,280	0,090	0,050	2,400	0,045	1,200	0,117	0,280	0,013	0,015	AC22binS	0,001	
SUB-BASE 1	2,500	-0,330	0,190	0,270	2,350	0,040	1,100	0,674	1,583	0,063	0,070	SC	0,001	0,004

PRESUPUESTO POR M DE UNA CALZADA DE AUTOVIA (euros)

DESIGNACIÓN	UNIDAD		MEDICIÓN ud	PRECIO euros
	UD	PRECIO		
BBTM11A	T	40,00	0,695	27,80
AC22binS	T	17,50	1,283	22,45
AC32baseG	T	16,15	1,392	22,48
BETÚN BM-3b	T	440,00	0,035	15,40
BETÚN B50/70	T	350,00	0,113	39,55
FILLER	T	87,85	0,165	14,50
SUELO-CEMENTO	M3	19,20	2,420	46,46
RIEGO ADHERENCIA	T	260,00	0,011	2,86
RIEGO IMPRIMACIÓN	T	290,00	0,017	4,93
TOTAL				196,43