

ANEJO Nº 10: FIRMES Y PAVIMENTOS

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN 5

2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN 5

3.- TRÁFICO DE PROYECTO 5

4.- FORMACIÓN DE LA EXPLANADA 5

5.- SECCIONES DE FIRME 5

 5.1.- ESTUDIO DE LAS SECCIONES DE FIRME..... 5

 5.2.- DEFINICIÓN DE LAS CAPAS DE FIRME..... 6

 5.3.- TIPO DE BETÚN A EMPLEAR..... 6

 5.4.- RIEGOS DE ADHERENCIA E IMPRIMACIÓN 8

 5.5.- SECCIÓN DE FIRME ACTUAL EN LA N-435..... 8

6.- PAVIMENTOS..... 8

 6.1.- INTERIOR DE LAS GLORIETAS 8

 6.2.- ACERADOS 9

1.- INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto definir la categoría del tráfico previsto para las glorietas y ramales proyectados y los firmes y pavimentos a disponer en función del tráfico obtenido y de las consideraciones del estudio geotécnico.

Las secciones finalmente adoptadas se hallan definidas en los planos nº 8 de secciones transversales tipo del presente proyecto de construcción.

2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

El estudio será llevado a cabo conforme prescribe la Norma 6.1-IC, Secciones de Firme, de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento, en vigor desde el 13 de diciembre de 2003.

Otras normas consideradas son las siguientes:

- Norma 6.3.-IC, Rehabilitación de firmes. Orden FOM 3459/2003, de 28 de noviembre.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

3.- TRÁFICO DE PROYECTO

El tráfico de vehículos pesados es una de las dos variables que intervienen para decidir el tipo de firme según la Norma 6.1-IC. Esta norma divide el tráfico pesado en diferentes categorías según el número de vehículos lentos por día en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Estas categorías se detallan en la siguiente tabla:

	T00	T0	T1	T2	T31	T32	T41	T42
IMDp	≥4.000	<4.000	<2.000	<800	<200	<100	<50	<25
		≥2.000	≥800	≥200	≥100	≥50	≥25	

Tal y como se concluye en el Anejo nº 6, Planeamiento y tráfico, en el año de puesta en servicio de la intersección la IMD de vehículos pesados y la categoría del tráfico serán las siguientes:

	N-435	EX-105
IMDTOTAL 2019	3.077	2.394
% pesados	14,09	12,27
IMDp	434	294
IMDp en carril de proyecto	217	147
CATEGORÍA SEGÚN 6.1-IC	T2	T31

Según se describe en el Anejo nº 20, Coordinación con otros organismos y servicios, la Consejería de Economía e Infraestructuras de la Junta de Extremadura indicó, en el condicionado a su informe favorable, que “a los efectos de aplicación de la normativa de secciones de firme 6.1-IC se deberá seleccionar un tipo de tráfico T2”. Por tanto, **para el dimensionamiento de los firmes de la EX-105 también se considera un tráfico de categoría T2.**

4.- FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Como se especifica en Anejo nº 7, Estudio geotécnico del corredor, el tipo de terreno que se encuentra en la zona de proyecto, clasificado como “relleno todo uno” según el PG-3, se considerará como “suelo tolerable” (según el artículo 330 “Terraplenes” del PG-3) a efectos de formación de la explanada.

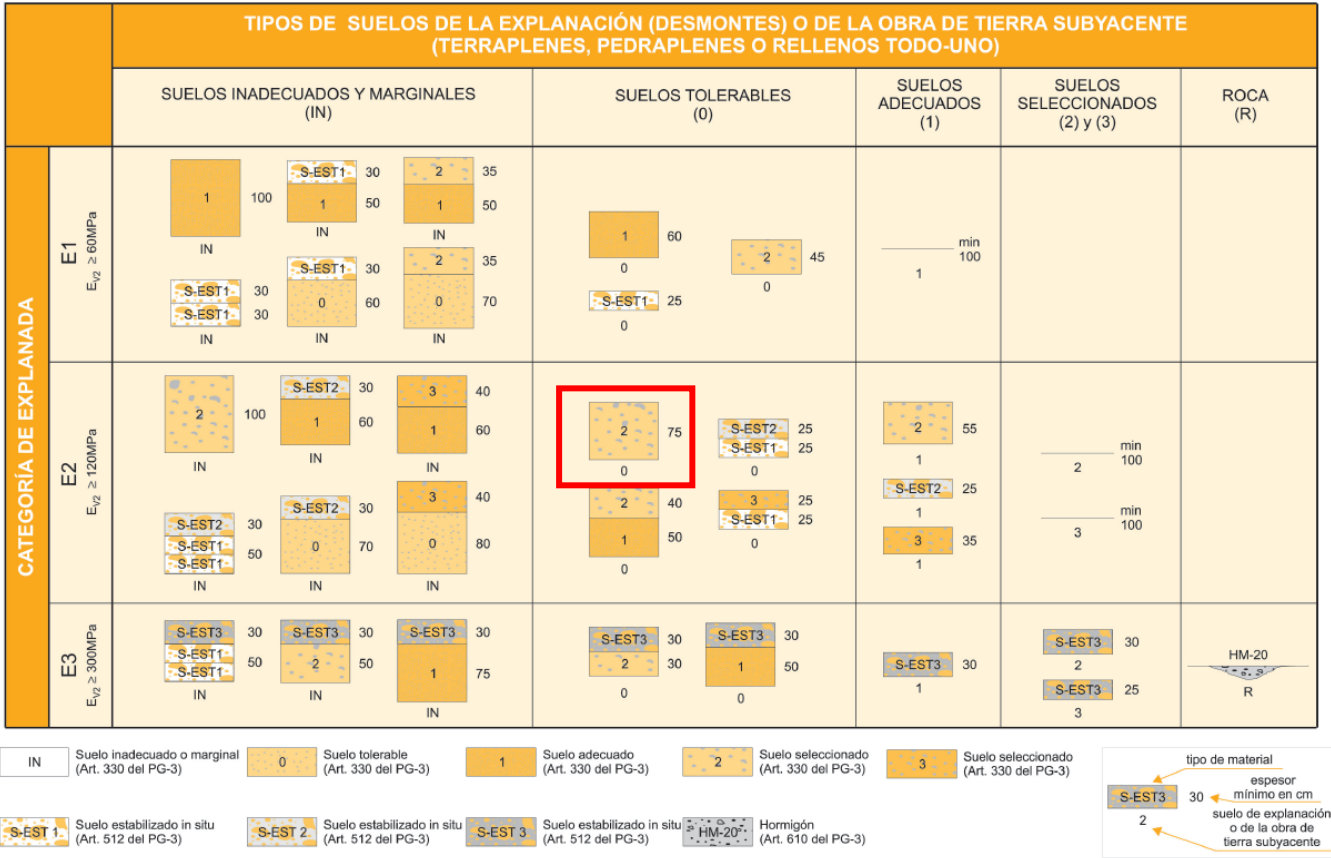
A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 "Ensayo de carga con placa", cuyos valores se recogen a continuación:

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E _{v2}	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Una vez definido el tipo de suelo que constituirá el apoyo del firme, se opta por la consecución de una explanada tipo E-2 (según la tabla 2 de la Norma 6.1.-IC), tras haber descartado la explanada E1 (por su mayor coste al tener en cuenta el firme) y aquellas que se configuren a partir de la ejecución de suelo estabilizado, debido a las propias características de la actuación, lo que conlleva dificultades de ejecución y compactación, unido a la escasa longitud de la obra que prácticamente impide rentabilizar los equipos necesarios para su puesta en obra, con lo que el coste sería muy elevado frente a otras soluciones.

Esta explanada se conseguirá según se indica en la figura 1, “Formación de la explanada”, mediante el extendido de 75 cm de suelo seleccionado tipo 2 (definido en el artículo 330 “Terraplenes” del PG-3) sobre el suelo tolerable existente en la traza.

Para mayor claridad, a continuación se reproduce la citada figura:



En la zona de proyecto no existen materiales adecuados para satisfacer la capacidad portante de la explanada, por lo que este material deberá ser aportado desde un préstamo o cantera.

5.- SECCIONES DE FIRME

5.1.- ESTUDIO DE LAS SECCIONES DE FIRME

Definido el tráfico y explanada de proyecto, las secciones de firme para los viales proyectados, según la figura 2.1 de la Norma 6.1-IC pueden ser:

- Sección 221 (25 cm ZA + 25 cm MBC)
- Sección 222 (22 cm SC + 18 cm MBC)
- Sección 223 (20 cm SC +20 cm GC + 15 cm MBC)

- Sección 224 (15 cm HM + 23 cm HF)

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T00	T0	T1	T2
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				211 MB 28 ZA 40 212 MB 18 SC 30⁽²⁾ 214 HF 23 HM 15 ZA 20
	E2			121 MB 30 ZA 25 122⁽³⁾ MB 20 SC 25⁽²⁾ 123 MB 15 GC 22⁽²⁾ SC 22 124⁽³⁾ HF 25 HM 15	221 MB 25 ZA 25 222⁽³⁾ MB 18 SC 22⁽²⁾ 223 MB 15 GC 20⁽²⁾ SC 20 224⁽³⁾ HF 23 HM 15
	E3	0031 MB 35 ZA 25 0032 MB 25 SC 30 0033 MB 20 GC 22⁽²⁾ SC 25 0034 HF 25⁽¹⁾ HM 15	031 MB 30 ZA 25 032 MB 20 SC 25⁽²⁾ 033 MB 18 GC 22⁽²⁾ SC 20 034 HF 24⁽¹⁾ HM 15	131 MB 25 ZA 25 132 MB 20 SC 20⁽²⁾ 134 HF 25 HM 15	231 MB 20 ZA 25 232 MB 15 SC 20⁽²⁾ 234 HF 23 HM 15

Siendo:

- MBC = Mezcla bituminosa en caliente
- ZA = Zahorra artificial
- SC = Suelocemento
- GC = Gravacemento
- HF = Hormigón de firme

La sección elegida para los viales proyectados, excepto aquellos se ejecutarán sobre viales existentes, una vez mantenidas la necesarias reuniones con la Dirección de Proyecto, y de manera consensuada con la misma, es la **sección 221**, frente a las secciones 222 y 223 ya que las que la escasa medición de la obra hace que se eleven en gran medida los costes unitarios de la fabricación de gravacemento y suelocemento, pudiéndose encontrar en las proximidades de la zona de proyecto zahorra artificial a un precio más competitivo. La sección 224 es descartada por su tipología (hormigón), debido a las dificultades de ejecución y compactación, unido a la corta longitud de la carretera por lo que no se pueden rentabilizar los equipos necesarios para su puesta en obra, resultando un coste excesivo. Así, la sección elegida para el firme es la siguiente:

GLORIETA PRINCIPAL Y RAMALES N-435
25 cm MBC
25 cm ZA

5.2.- DEFINICIÓN DE LAS CAPAS DE FIRME

La definición geométrica de las capas de firme se diseña según la tabla 542.9 del PG-3, que se adjunta a continuación:

TABLA 542.9 - TIPO DE MEZCLA EN FUNCIÓN DEL TIPO Y ESPESOR DE LA CAPA

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN. NORMA UNE-EN 13108-1(*)	
RODADURA	AC16 surf D AC16 surf S	4 – 5
	AC22 surf D AC22 surf S	> 5
INTERMEDIA	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC 22 bin S MAM (**)	5-10
BASE	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC 22 base S MAM (***)	7-15
ARCENES(****)	AC16 surf D	4-6

La distribución de capas de firme para los viales proyectados es la siguiente:

CAPA	TIPO DE MATERIAL	ESPESOR
RODADURA	AC22 surf S	6 cm
INTERMEDIA	AC22 bin S	9 cm
BASE	AC32 base G	10 cm
SUBBASE	ZA-0/32 (ZA-25)	25 cm

Para aquellos ejes que se construirán sobre viales existentes (parte de la glorieta de reordenación de accesos y conexiones de esta glorieta con el área de servicios y con las calles Bartolomé Gallardo y José Segundo Flores), la distribución de capas de firme es la siguiente:

CAPA	TIPO DE MATERIAL	ESPESOR
RODADURA	AC22 surf S	6 cm
INTERMEDIA	AC22 bin S	9 cm
REGULARIZACIÓN	AC32 base G	Variable. En caso necesario.

5.3.- TIPO DE BETÚN A EMPLEAR

El tipo de betún a emplear se define en el Artículo 542, Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso, del PG-3 en su última modificación aprobada por Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

En este artículo se recogen las siguientes tablas:

TABLA 542.1.a - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE RODADURA Y SIGUIENTE (*)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCENES	T4
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
MEDIA	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	
TEMPLADA	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60				

(*) Se podrán emplear también betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de esta tabla, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 212 del PG-3. En ese caso, a la denominación del betún se añadirá una letra C mayúscula, para indicar que el agente modificador es polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso.

TABLA 542.1.b - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE BASE, BAJO OTRAS DOS (*)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2 y T3
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65		35/50	50/70 BC50/70
MEDIA			50/70 BC35/50 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
TEMPLADA	50/70 70/100 BC50/70			70/100

(*) Se podrán emplear también betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de esta tabla, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 212 del PG-3. En ese caso, a la denominación del betún se añadirá una letra C mayúscula, para indicar que el agente modificador es polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso.

La localización de la zona de proyecto se realiza a través de las figuras 3 “Zonas Térmicas Estivales” y 4 “Zonas pluviométricas” de la anteriormente referida 6.1- IC, que se reproducen a continuación.

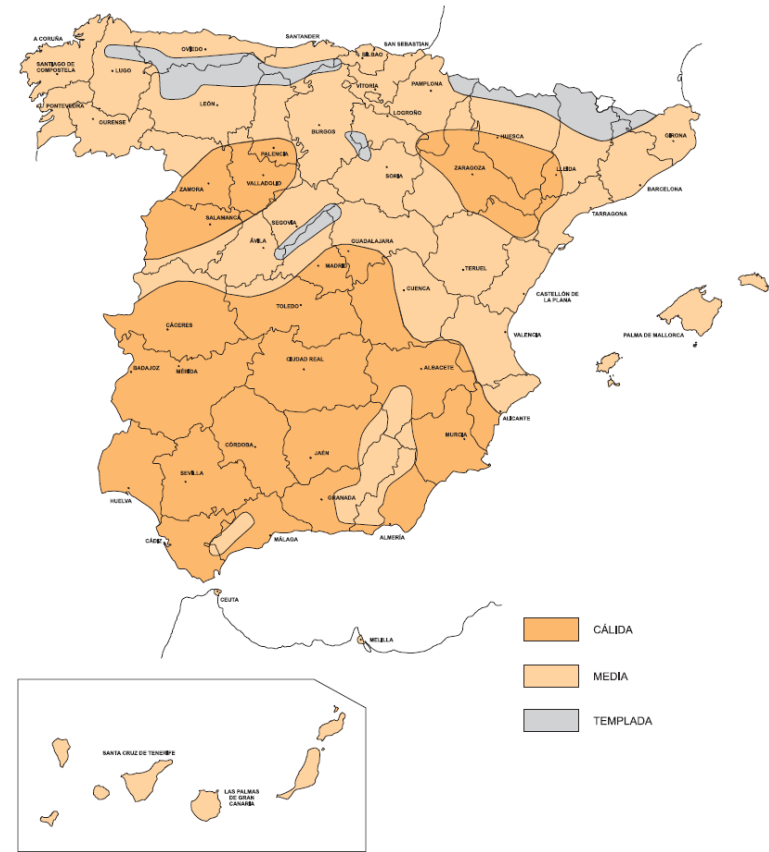


FIGURA 3. ZONAS TÉRMICAS ESTIVALES

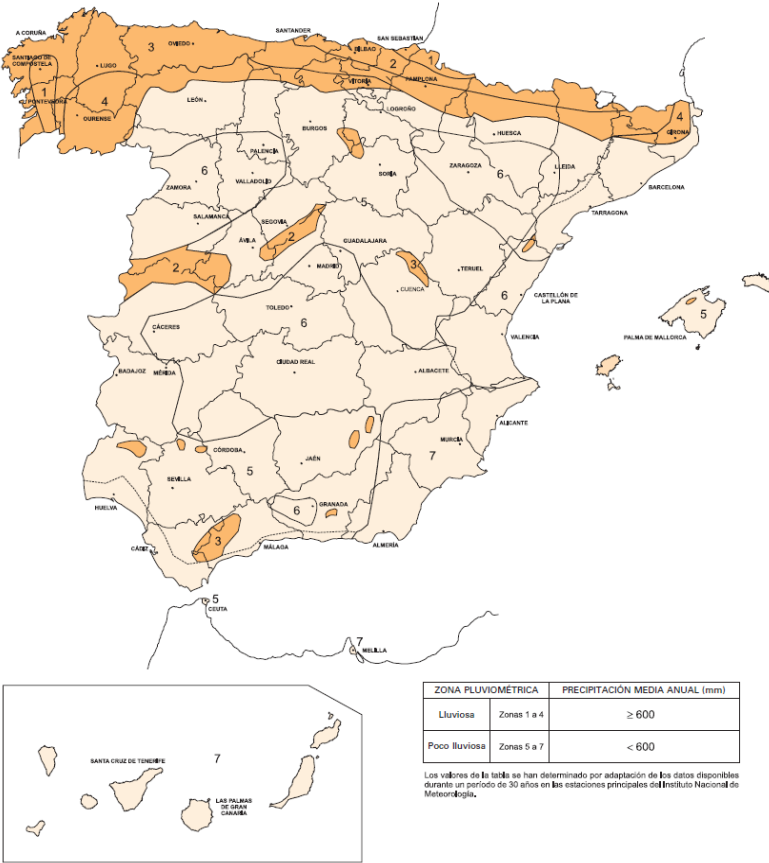


FIGURA 4. ZONAS PLUVIOMÉTRICAS

La intersección objeto del presente proyecto, tal y como se puede observar en las anteriores figuras, se encuentra en zona térmica estival cálida y en la zona seca, por lo que las mezclas bituminosas a emplear serán:

TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN DE BETÚN	RELACIÓN FILLER/ BETÚN
AC22 surf 50/70 S	4,50 kg/Tn	1,2
AC22 bin 50/70 S	4,50 kg/Tn	1,1
AC32 base 50/70 G	4,00 kg/Tn	1,0

5.4.- RIEGOS DE ADHERENCIA E IMPRIMACIÓN

Se emplearán los siguientes:

ADHERENCIA	Mediante emulsión C60B3 ADH con una dotación de 0,2 kg/m² de ligante residual (0,333 kg/m² de emulsión bituminosa)
IMPRIMACIÓN	Mediante emulsión C60BF5 IMP con una dotación de 0,6 kg/m2 de ligante residual (1Kg/m2 de emulsión bituminosa).

5.5.- SECCIÓN DE FIRME ACTUAL EN LA N-435

Según datos proporcionados por el Servicio de Conservación del Ministerio de Fomento, la sección de firme en la N-435 en esta zona está compuesta por 10 cm de mezcla bituminosa y 50 cm de material granular.

6.- PAVIMENTOS

6.1.- INTERIOR DE LAS GLORIETAS

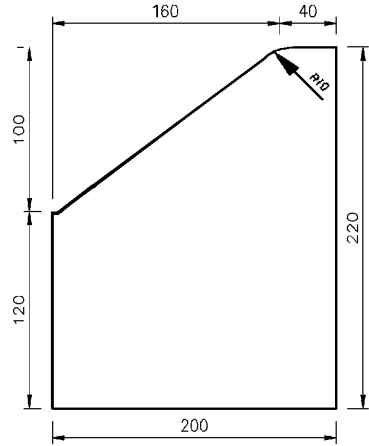
Por el exterior de las isletas centrales de las glorietas se ha proyectado un acerado de 1,00 m de anchura, constituyendo una corona circular interior.

Este acerado tendrá un espesor de 20 cm y estará compuesto por hormigón impreso, e irá protegido de la intemperie por pintura acrílica para exteriores color verde.

Como elemento de confinamiento de este acerado en la parte exterior del mismo se dispondrán bordillos remontables de hormigón prefabricados tipo C7 4/20x22x50 (R-5), según UNE-EN 1340:2004.

Esto bordillos irán embebidos en el hormigón que constituye el acerado interior de la glorieta y el aglomerado del calzada anular teniendo una sobreelevación máxima sobre esta de 12 cm.

BORDILLO montable
C7 de 4/20x22x50 (R5)

		CE			
Denominación Comercial					
BORDILLO montable C7 de 4/20x22x50 (R5)					
Clasificación					
BORDILLO RECTO-MC-22x20-B-T-F-UNE-EN 1340:2004					
Norma de Referencia					
UNE-EN 1340:2004					
Medidas					
Reales mm		Tolerancia			Peso Kg
Anchura	Altura	Longitud	Caras vistas	Otras caras	Longitud
40/200	220	500	± 3 %	± 5%	± 1%
Peso Kg 42					
Características Físicas y Mecánicas					
Clase resistente (MPa)		Absorción		Desgaste	
Valor característico >=5 Ningún valor <4		Media	Individual	----	
		=<6%	----		
					

El interior de la corona circular se rellenará de material procedente de la excavación, hasta dejar éste 15 cm por debajo de la cota del acerado, para ser rellenado con material calizo granular que constituirá el acabado del pavimento interior de la glorieta.

Este pavimento deberá estar separado por un geotextil antihierbas de 100 g/m².

6.2.- ACERADOS

La conexión del acerado existente en la calle José Segundo Flores con el paseo peatonal que conecta Almendral y Torre de Miguel Sesmero (margen derecho de la EX-105) llevará un acerado de 1,00 m de anchura, excepto en el paso inferior bajo la N-435, donde se incrementará su anchura hasta los 2,00 m.

Se realizará mediante baldosa hidráulica de 0,40 x 0,40 x 0,035 m sobre mortero de agarre y 15 cm de hormigón HNE-20/P/40, que apoyará sobre el terreno existente, excepto en el tramo en que apoya sobre el marco.

Los bordillos serán prefabricados de hormigón.

En el paso inferior, la zona de 2,00 m de anchura por la que transcurrirá en el futuro el carril bici previsto entre las poblaciones de Almendral y Torre de Miguel Sesmero, se pavimentará con 10 cm de hormigón HNE-20/P/40.