



CLAVE:  
**E11-E-164**

TIPO DE ESTUDIO <b>ESTUDIO INFORMATIVO</b>	RED <b>CARRETERAS DEL ESTADO</b>
CLASE DE OBRA <b>AUTOVÍA</b>	TÍTULO COMPLEMENTARIO <b>AUTOVÍA A-81</b>
CARRETERA <b>N-432 DE BADAJOZ A GRANADA</b>	PUNTOS KILOMÉTRICOS <b>PK 0+000 - PK 201+925,384</b>
TRAMO <b>BADAJOZ - ESPIEL</b>	PROVINCIA <b>BADAJOZ Y CÓRDOBA</b>
INGENIERA AUTORA DEL CONTRATO <b>SOÑA ABAJO GONZÁLEZ</b>	
INGENIERO DIRECTOR DEL CONTRATO <b>ANTONIO RUIZ-ROSO GÓMEZ</b>	

**DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS  
ANEJO 08. SECCIONES TIPO FIRMES**

EMPRESA CONSULTORA



FECHA DE REDACCIÓN  
**JUNIO 2021**







HOJA DE CONTROL DE CALIDAD

<b>DOCUMENTO</b>	ANEJO 08. SECCIÓN TIPO Y FIRMES				
<b>PROYECTO</b>	ESTUDIO INFORMATIVO "AUTOVÍA BADAJOZ-CÓRDOBA-GRANADA. TRAMO: BADAJOZ-ESPIEL"				
<b>CÓDIGO</b>	3578-FASE-B-08-SECCIONTIPOFIRMES-D02				
<b>AUTOR</b>	FIRMA	MSA			
	FECHA	14/10/2020			
<b>VERIFICADO</b>	FIRMA	FSA			
	FECHA	15/10/2020			
<b>DESTINATARIO</b>	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN EXTREMADURA				
<b>NOTAS</b>					



## ÍNDICE

<b>1. SECCION TIPO.....</b>	<b>5</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.2. CALZADAS.....	6
1.3. SECCIONES TIPO EN TRONCO DE AUTOVÍA.....	9
1.3.1. Sección tipo de autovía en recta.....	9
1.3.2. Sección tipo de autovía en curva.....	9
1.3.3. Sección en ramal bidireccional de enlace y carretera nacional.....	9
1.3.4. Sección en reposición de carretera local.....	10
1.3.5. Sección en ramal unidireccional de enlace.....	10
1.3.6. Sección en caminos agrícolas.....	10
1.4. RELLENOS Y DESMONTES.....	11
1.5. ESTUDIO DEL ANCHO DE MEDIANA. VISIBILIDAD EN CURVAS CIRCULARES.....	11
1.6. ESTUDIO DEL ANCHO DE BERMAS. OC 28/2009.....	14
1.7. PASOS DE MEDIANA.....	14
1.8. NECESIDAD DE AMPLIACIÓN FUTURA. CARRILES ADICIONALES.....	15
1.9. GÁLIBOS.....	15
<b>2. FIRMES.....</b>	<b>15</b>
2.1. DATOS PREVIOS.....	15
2.1.1. Normativa.....	15
2.1.2. Categoría de tráfico.....	15
2.1. CATEGORÍA DE EXPLANADA.....	16
2.2. SECCIONES DE FIRME.....	18
2.2.1. Secciones de firme en el tronco de la autovía.....	18
2.2.2. Secciones de firme en estructuras.....	18

ÍNDICE

## 1 SECCION TIPO

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Se describen en este apartado las secciones tipo a utilizar en el trazado del presente Estudio Informativo.

Estas descripciones comprenderán la definición de anchura, número de carriles, pendiente transversal, arcenes, márgenes de carretera, etc.

En el diseño de las secciones tipo que se van a describir se ha utilizado la siguiente normativa:

- Norma 6.1-IC Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras, aprobado por O.M. de 28 de noviembre de 2.003.

Se organiza el anejo agrupando la descripción de las secciones tipo correspondientes a tronco de autovía y caminos agrícolas.

La definición gráfica de las secciones tipo, que se van a describir a continuación, se encuentran en el Documento Nº 2 Planos.

Siguiendo la normativa de aplicación, 3.1 I-C, tabla 7.1:

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V <sub>p</sub> ) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E
Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Ramal de enlace de doble sentido	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	2,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	2,50		1,00	E
	50 y 40	3,50	1,50 / 2,50		1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
Vía de servicio de doble sentido	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Si los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales solo tuviesen un carril su ancho será de cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreecho correspondiente (epígrafe 7.3.5) con un valor mínimo de cuatro metros (≥ 4,00 m).

La definición gráfica de las secciones tipo, que se van a describir a continuación, se encuentran en el Documento Nº 2 Planos.

## 1.2. CALZADAS

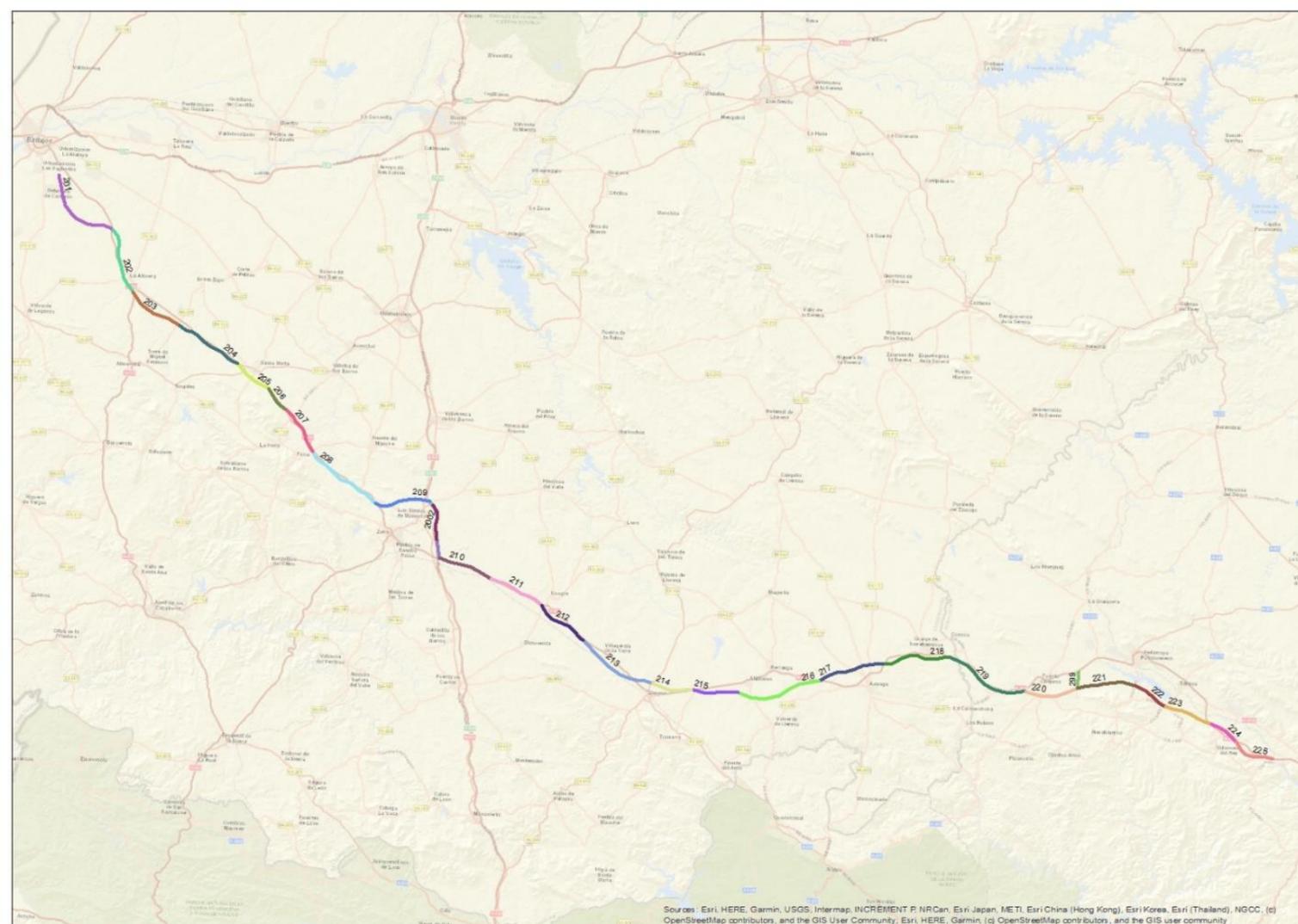
En el punto 4 de las "Instrucciones particulares" de la Orden de Estudio se indica que:

Si de los estudios realizados se concluye que la IMD en el año horizonte del PEIT será inferior a 10.000 vehículos / día, se proyectará en los tramos correspondientes una carretera convencional en primera fase que permita su aprovechamiento como una de las calzadas de la futura autovía. En el diseño de dicha carretera se prestará especial atención a obtener la máxima longitud posible en que la distancia de visibilidad de adelantamiento sea superior a la distancia de adelantamiento, con una distribución lo más uniformemente repartida posible.

El año horizonte del PEIT es el 2020 y del estudio de tráfico se deduce que solamente se alcanzarán los 10.000 vehículos diarios en el tramo comprendido entre Badajoz y Llerena, aunque con algunas algunas locales en los que el tráfico no llega a esa cifra. Por motivos de coordinación del diseño se plantea el fraccionamiento por tramos en la tipología de sección hasta Zafra.

A partir de ese punto y hasta el final en Espiel, se proyecta una sección de calzada única que funcionará, en una primera fase, como carretera de doble sentido de circulación. En una segunda fase se duplicará esa calzada para convertirla en autovía.

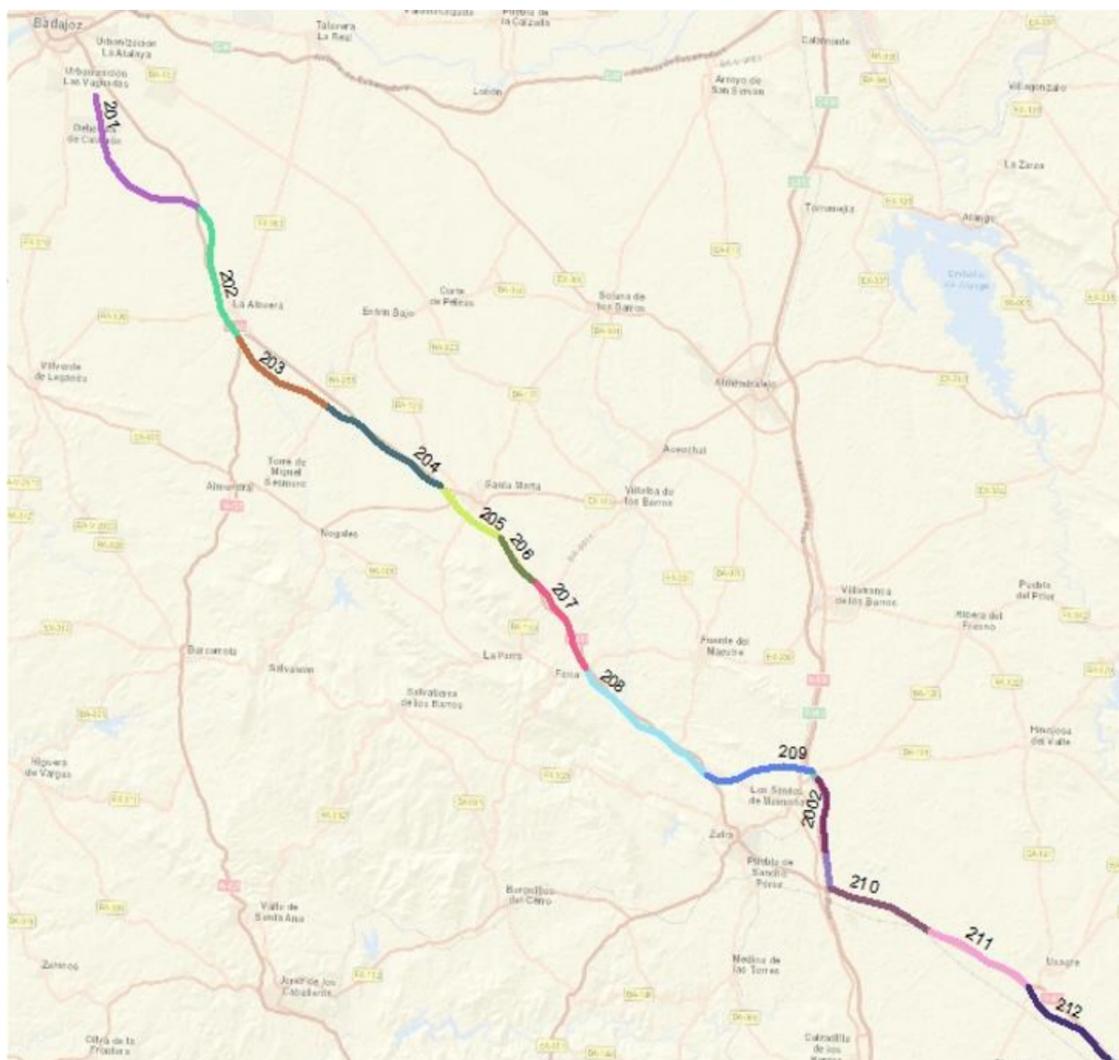
A la vista de los resultados obtenidos en el estudio de tráfico:



	@TRAMO	LONGITUD (Km.)	2017				2020	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2051
			IMD Ligeros	IMD Pesados	% Pesados	IMD Total									
<b>C2</b>	201	10.21	7 689	739	8.8%	8 428	8 797	8 924	9 449	10 149	10 901	11 709	12 578	13 510	13 705
	202	8.74	7 817	792	9.2%	8 609	8 987	9 116	9 652	10 367	11 135	11 960	12 846	13 798	13 997
	203	7.36	7 545	852	10.1%	8 397	8 765	8 891	9 415	10 115	10 865	11 670	12 534	13 462	13 656
	204	9.5	8 622	861	9.1%	9 483	9 899	10 042	10 634	11 422	12 268	13 177	14 153	15 203	15 422
	205	5.26	5 530	460	7.7%	5 990	6 254	6 344	6 717	7 215	7 749	8 323	8 940	9 602	9 740
	206	3.5	10 808	1 054	8.9%	11 861	12 381	12 559	13 298	14 283	15 343	16 480	17 701	19 013	19 287
	207	6.76	9 484	895	8.6%	10 380	10 835	10 991	11 638	12 500	13 427	14 422	15 492	16 640	16 880
	208	10.77	12 279	1 249	9.2%	13 528	14 121	14 324	15 166	16 290	17 497	18 794	20 187	21 683	21 995
	209	7.4	3 920	350	8.2%	4 271	4 457	4 521	4 787	5 142	5 522	5 932	6 371	6 843	6 942
	210	7.51	3 871	443	10.3%	4 314	4 503	4 568	4 838	5 198	5 583	5 997	6 441	6 918	7 018
	211	7.55	3 871	443	10.3%	4 314	4 503	4 568	4 838	5 198	5 583	5 997	6 441	6 918	7 018
	212	7.32	7 776	650	7.7%	8 425	8 795	8 922	9 446	10 146	10 897	11 704	12 571	13 503	13 697
	213	11.02	5 775	294	4.9%	6 070	6 336	6 427	6 806	7 310	7 851	8 433	9 058	9 728	9 868
	214	5.18	4 192	318	7.1%	4 510	4 708	4 776	5 058	5 433	5 835	6 267	6 732	7 231	7 335
	215	6.31	4 192	318	7.1%	4 510	4 708	4 776	5 058	5 433	5 835	6 267	6 732	7 231	7 335
	216	11.33	2 550	238	8.5%	2 789	2 911	2 953	3 127	3 359	3 607	3 874	4 161	4 470	4 534
	217	8.53	2 309	258	10.0%	2 566	2 678	2 717	2 877	3 090	3 318	3 564	3 828	4 112	4 171
	218	8.92	2 815	266	8.6%	3 080	3 216	3 262	3 454	3 710	3 985	4 280	4 597	4 937	5 008
	219	11.54	2 018	306	13.2%	2 324	2 425	2 460	2 604	2 797	3 004	3 227	3 465	3 722	3 776
	220	7.17	1 295	161	11.0%	1 455	1 519	1 541	1 632	1 754	1 884	2 024	2 174	2 335	2 369
	221	7.81	2 452	290	10.6%	2 742	2 863	2 904	3 075	3 303	3 548	3 811	4 093	4 397	4 460
	222	4.9	5 613	905	13.9%	6 518	6 804	6 902	7 308	7 849	8 431	9 056	9 726	10 446	10 596
	223	6.65	6 628	1 035	13.5%	7 663	7 999	8 114	8 592	9 229	9 914	10 649	11 438	12 285	12 462
	224	4.04	6 628	1 035	13.5%	7 663	7 999	8 114	8 592	9 229	9 914	10 649	11 438	12 285	12 462
	225	5.26	6 628	1 035	13.5%	7 663	7 999	8 114	8 592	9 229	9 914	10 649	11 438	12 285	12 462
<b>ENLACES</b>															
	2.25	1 803	252	12.3%	2 055	2 145	2 176	2 304	2 475	2 659	2 856	3 068	3 295	3 342	
<b>A-66</b>	7.89	11 915	3 223	21.3%	15 138	15 801	16 029	16 973	18 230	19 581	21 032	22 591	24 265	24 614	
<b>Promedio Tramos Puros</b>			5 575	580	9.4%	6 155	6 425	6 518	6 901	7 413	7 962	8 552	9 186	9 867	10 009
<b>Promedio con Enlaces</b>			5 531	577	9.4%	6 107	6 375	6 467	6 848	7 355	7 900	8 486	9 115	9 790	9 931
<b>Promedio con A66</b>			5 782	681	10.5%	6 462	6 746	6 843	7 246	7 783	8 360	8 979	9 644	10 359	10 508

Tabla 28. Proyección de tráfico para la alternativa C2. IMD Vehículos Totales

Los tramos desde el 201 hasta el 212, es decir, desde Badajoz hasta pasado el municipio de Usagre, tiene una IMD > 10.000 veh/día



A partir del tramo 222 hasta el final, hasta Espiel, la IMD vuelve a subir con valores mayores a los 10.000 Veh/día.



Los tramos desde el 213 hasta el tramo 221, es decir, entre Villagarcía de La Torre hasta Peñarroya-Pueblonuevo la IMD se encuentra con valores menores a los 10.000veh/día

### 1.3. SECCIONES TIPO EN TRONCO DE AUTOVÍA

#### 1.3.1. Sección tipo de autovía en recta

Formada por dos calzadas, de 7,00 m de ancho cada una, separadas 12,00 m entre bordes interiores.

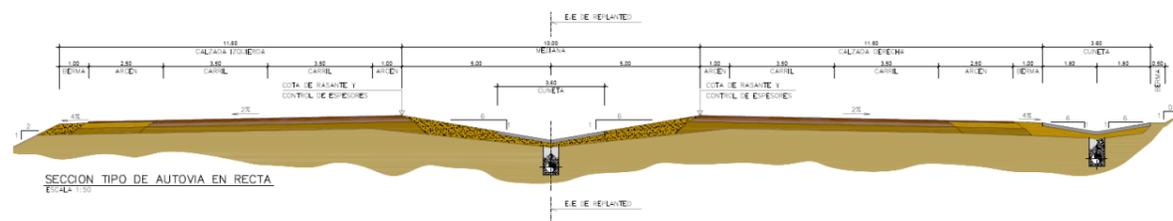
Cada una de las calzadas tiene dos carriles de circulación de 3,50 m de ancho y una pendiente transversal del 2% con inclinación hacia el exterior de la calzada, con objeto de facilitar el drenaje superficial.

El arcén exterior pavimentado, tiene un ancho de 2,50 m en el que se mantiene la pendiente transversal de la calzada. En prolongación al arcén se dispone una berma de 1,00 m de ancho, la cual se encuentra afirmada pero no pavimentada. La pendiente transversal de la misma será del 4%, dirigida igualmente hacia el exterior de la calzada. En esta berma se coloca, junto al arcén, barrera de seguridad metálica simple de modelo acorde con la Orden Circular 28/2009 T. y P. sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas.

En el interior de ambas calzadas se disponen arcenes de 1 m de ancho, pavimentados, a los que se adosa la semimediana de 5 m de anchura y con talud de seguridad de 6:1. La pendiente transversal de los arcenes interiores será prolongación de la existente en la calzada.

En el eje de la mediana se dispone cuneta triangular revestida de hormigón de 3,60m de ancho y con inclinación de sus cajeros 6H:1V. Bajo ella se dispone un dren longitudinal en lecho de material filtrante, coincidiendo la base de este con la subrasante. Asimismo, se dispone en algunos puntos del trazado un colector para la evacuación de las aguas recogidas en ambos elementos de drenaje, situándose la clave de este por debajo de la subrasante.

Cuando el margen de la calzada está en desmante, se dispone cuneta triangular revestida de hormigón, con inclinaciones de los cajeros 6H:1V y 6H:1V, de 3,60 m de anchura y 0,30 m de profundidad. El revestimiento comienza justo a la cota de coronación de la explanada. Bajo esta cuneta se dispone un dren longitudinal y un colector con la misma disposición explicada para la mediana.



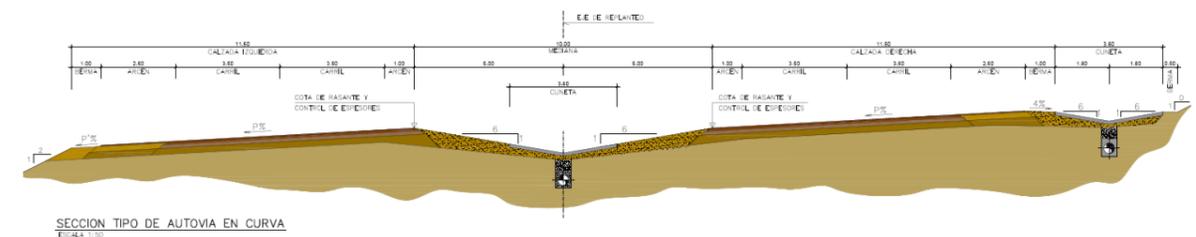
#### 1.3.2. Sección tipo de autovía en curva

Coincide plenamente en elementos y dimensiones con la sección tipo de autovía en recta, presentando únicamente las dos siguientes salvedades:

- La pendiente transversal de ambas calzadas, así como de los arcenes exteriores e interiores, será la correspondiente al peralte, en la misma dirección para ambos.

Cuando dicho peralte supere el 4%, la berma del lado interior de la curva tendrá una pendiente transversal igual al peralte. En cambio, la berma del lado exterior de la curva mantendrá la pendiente transversal del 4% hacia el exterior de la plataforma.

- La doble defensa a disponer en la mediana se colocará en la semimediana y junto al arcén, del lado interior de la curva, en aquellos casos en los que fuese precisa.



#### 1.3.3. Sección en ramal bidireccional de enlace y carretera nacional

Formada por una calzada de 7,00 m con arcenes de 2,5 m de ancho y una pendiente transversal del 2% con inclinación hacia el exterior de la calzada, con objeto de facilitar el drenaje superficial.

Se dispondrán bermas a ambos lados de 1,00 m de anchura y pendiente transversal del 4% hacia el exterior.

Cuando el margen de la calzada está en desmante, se dispone cuneta triangular revestida de hormigón, con inclinaciones de los cajeros 2H:1V y 3H:1V (en el lado de la calzada), de 1,50 m de anchura y 0,30 m de profundidad. El revestimiento comienza justo a la cota de coronación de la explanada.

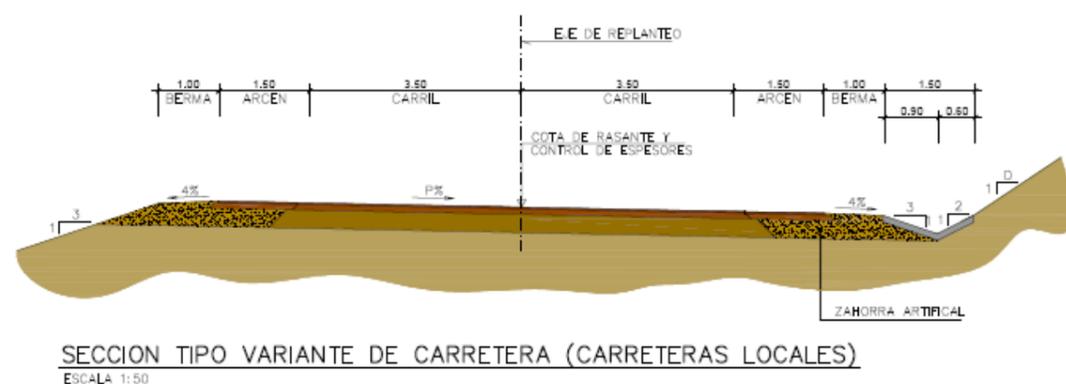


#### 1.3.4. Sección en reposición de carretera local

Formada por una calzada de 7,00 m con arcenes de 1,5 m de ancho y una pendiente transversal del 2% con inclinación hacia el exterior de la calzada, con objeto de facilitar el drenaje superficial.

Se dispondrán bermas a ambos lados de 1,00 m de anchura y pendiente transversal del 4% hacia el exterior.

Cuando el margen de la calzada está en desmante, se dispone cuneta triangular revestida de hormigón, con inclinaciones de los cajeros 2H:1V y 3H:1V (en el lado de la calzada), de 1,50 m de anchura y 0,30 m de profundidad. El revestimiento comienza justo a la cota de coronación de la explanada.

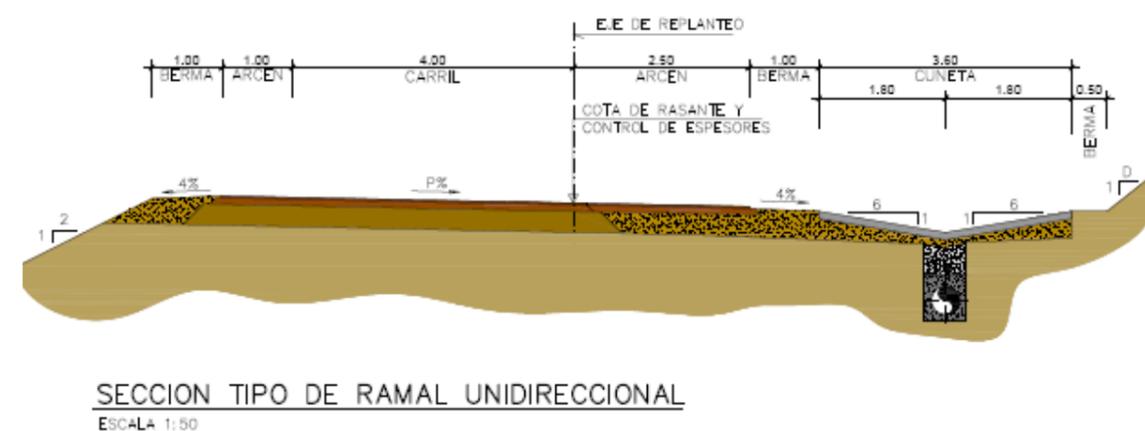


#### 1.3.5. Sección en ramal unidireccional de enlace

Formada por una calzada de 4 m con arcén exterior de 2,50 m de ancho y arcén interior de 1 m de ancho y una pendiente transversal del 2% con inclinación hacia el exterior de la calzada, con objeto de facilitar el drenaje superficial.

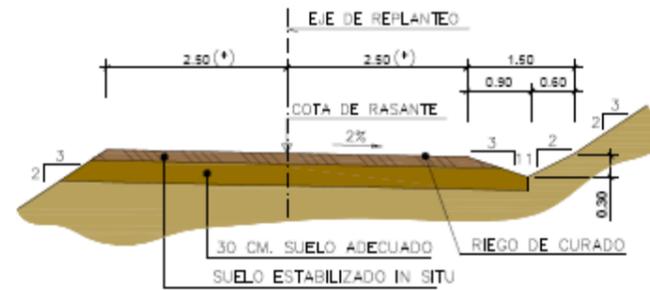
Se dispondrán bermas a ambos lados de 1,00 m de anchura y pendiente transversal del 4% hacia el exterior.

Cuando el margen de la calzada está en desmante, se dispone cuneta triangular revestida de hormigón, con inclinaciones de los cajeros 6H:1V y 6H:1V, de 3,60 m de anchura y 0,30 m de profundidad. El revestimiento comienza justo a la cota de coronación de la explanada.



#### 1.3.6. Sección en caminos agrícolas

Se han considerado siempre de doble sentido de circulación, y de acuerdo con O.M. de 16 de diciembre de 1.997 por lo que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicio, se dotan exclusivamente de una plataforma de 5,00 m de anchura, sin arcenes.



SECCION TIPO CAMINO  
ESCALA 1:50

#### 1.4. RELLENOS Y DESMONTES

En el Anejo nº4 “geología y Geotecnia” se analizan las diferentes inclinaciones de los taludes de desmonte y relleno a utilizar, según las unidades geotécnicas identificadas.

TRAMO		TALUDES PROPUESTOS		CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA DE LA EXPLANADA	EXCAVABILIDAD	EMPLEO
PK	a PK	IZQ	DER				
0+000	39+100	3(H):2(V)	3(H):2(V)	Adecuados y tolerables (localmente marginales y seleccionados)	0, 1	100% Excavables	Coronación y núcleo
39+100	47+100	2(H):3(V)	2(H):3(V)	Todo uno, adecuado, tolerable	R, 0	50% E+R 50% V	Todo uno y núcleo
47+100	56+000	2(H):3(V)	2(H):3(V)	Todo uno, adecuado, tolerable	R	30% E+R 70% V	Todo uno y núcleo
56+000	81+000	2(H):3(V)	2(H):3(V)	Todo uno, adecuado, tolerable	R	50% E+R 50% V	Todo uno y núcleo
81+000	111+000	1(H):2(+A1+C7:M7)	1(H):2(V)	Todo uno, adecuado, tolerable	R	10% E+R 90% V	Todo uno, coronación y núcleo
111+000	112+800	1(H):2(V)	1(H):2(V)	Todo uno, coronación, núcleo	R	30% E+R 70% V	Todo uno y núcleo
112+800	121+100	2(H):3(V)	2(H):3(V)	Todo uno, adecuado, tolerable	R	50% E+R 50% V	Todo uno y núcleo
121+100	129+300	1(H):2(V)	1(H):2(V)	Todo uno, seleccionado - Tolerable	R	30% E+R 70% V	Todo uno, pedraplén coronación y núcleo
129+300	136+800	2(H):3(V)	2(H):3(V)	Todo uno, adecuado, tolerable	R	50% E+R 50% V	Todo uno y núcleo
136+800	149+200	2(H):3(V)	2(H):3(V)	Todo uno, adecuado, tolerable	R	60% E+R 40% V	Todo uno y núcleo
149+200	151+600	2(H):3(V)	2(H):3(V)	Todo uno, coronación, núcleo	R	30% E+R 70% V	Todo uno y núcleo
151+600	165+000	2(H):3(V)	2(H):3(V)	Todo uno, coronación, núcleo	R	30% E+R 70% V	Todo uno y núcleo
165+000	170+800	1(H):2(V)	1(H):2(V)	Todo uno, seleccionado - Tolerable	R	30% E+R 70% V	Todo uno, pedraplén coronación y núcleo
170+800	201+900	2(H):3(V)	2(H):3(V)	Todo uno, adecuado, tolerable	R	50% E+R 50% V	Todo uno y núcleo

La autovía cortará en desmonte materiales de muy diversa naturaleza, si bien los desmontes más importantes se excavarán predominantemente en pizarras y neises. También existen desmontes en los materiales terciarios.

Los desmontes proyectados con estructura favorable se han diseñado con taludes del orden del 1(H):2(V) para materiales ígneos y 2(H):3(V) para materiales paleozoicos en roca sana. En estos casos, hasta alcanzar la roca sana, se recomiendan taludes más tendidos del orden del 3(H):2(V). En materiales terciarios se ha propuesto un talud de excavación del orden del 3(H):2(V).

Dado que el trazado presenta déficit general de materiales, necesarios para la ejecución de rellenos a lo largo del trazado, pueden tenderse los taludes para obtener material. En este aspecto, además, se considera favorable de cara a la estabilidad de los taludes de desmonte y para reducir la necesidad de medidas de refuerzo adicionales, como bulonado o muros, o de protección como cunetones y mallas.

En principio, se ha realizado un análisis de estabilidad de los desmontes más importantes que existen a lo largo de la traza, excavados principalmente en esquistos. Se ha analizado la rotura que puede tener lugar a favor de los planos de discontinuidad (estratificación, familia de juntas y fallas) a partir de los datos estructurales tomados durante la investigación de campo en las zonas de los desmontes proyectados. Los datos se han tomado en los afloramientos y en los taludes de las infraestructuras existentes. Se recomienda que en fases posteriores del estudio se realicen calicatas que permitan medir la estructura del macizo rocoso en el interior de estas y ampliar los datos obtenidos para el presente Estudio Informativo.

En la siguiente tabla se recogen las recomendaciones para desmontes, en cada uno de los diferentes tramos de la autovía. Se recogen los taludes recomendados, cunetón y medidas de sostenimiento en su caso, excavabilidad y aprovechamiento de los materiales, y la categoría de la explanada.

No obstante, debido al fuerte déficit de tierras que presenta el tramo, se ha optado finalmente por tender los taludes lo más posible, adoptando pendientes del orden del 2(H):1(V). Se esta forma se incrementa el volumen de tierras disponible para la construcción de rellenos, se reduce la necesidad de ocupación de nuevas zonas para préstamos y se facilitan las medidas de revegetación e integración ambiental de los taludes de desmonte.

#### 1.5. ESTUDIO DEL ANCHO DE MEDIANA. VISIBILIDAD EN CURVAS CIRCULARES

La Instrucción de trazado 3.1-IC especifica lo siguiente:

“En cualquier caso la anchura mínima de la mediana será:

Cuando se prevea la ampliación del número de carriles a expensas de la mediana: diez metros (10,00 m).

Cuando no se prevea la ampliación del número de carriles a expensas de la mediana: dos metros (2,00 m) o la anchura de trabajo del sistema de contención de vehículos en ambos sentidos si fuese superior.”

Según la Instrucción de Carreteras. Norma 3.1-IC, apartado 7.6, define que el valor del despeje necesario para disponer de una determinada visibilidad en una curva circular se obtendrá aplicando la fórmula:

$$F=R-(R+b) \cdot \cos((31,83 \cdot D) / (R+b))$$

Siendo:

F: distancia mínima del obstáculo al borde de la calzada más próxima a él (m.).

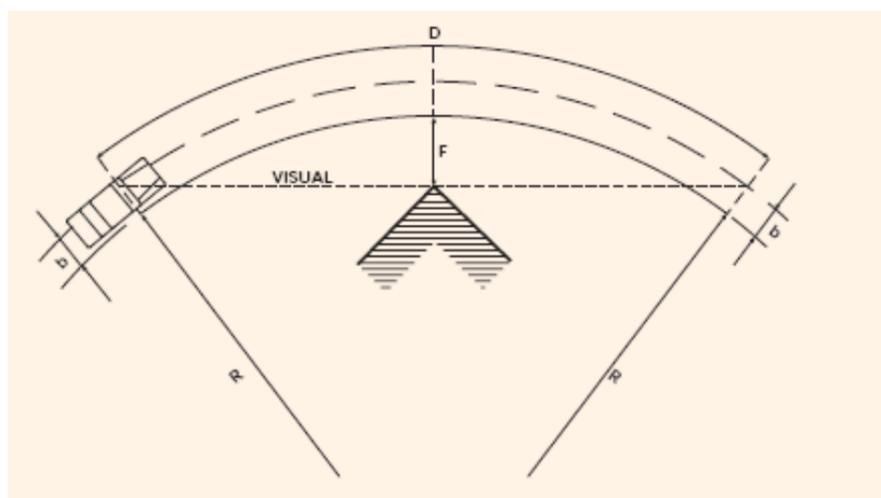
R: radio del borde de la calzada más próxima al obstáculo (m.).

b: distancia del punto de vista del conductor al borde de la calzada más próxima al obstáculo (m.). A efectos de cálculo se considera 1,5 m.

D: visibilidad (m.)

En el apartado 7.6, de la mencionada Norma, la distancia de parada (Dp), se calcula mediante la expresión:

$$Dp=((V \cdot tp)/3,6)+(V^2/(254 \cdot (f1+i)))$$



Siendo:

Dp: distancia de parada (m.).

V: velocidad (km/h).

f1: coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento. Para v = 100 km/h. el valor es de 0,320, para v=80 Km/h es de 0.348.

i: inclinación de la rasante (en tanto por uno).

tp: tiempo de percepción y reacción (s). Se tomará igual a dos segundos (2 s).

Por indicación de la Subdirección General de Proyectos, la barrera de seguridad se considera como obstáculo para el cálculo del despeje lateral (F).

Se ha realizado un estudio de visibilidad en curvas circulares, figura en el apéndice Nº 1.

La "Instrucción de carreteras Norma 3.1.I.C. Trazado" de 2016, en su apartado 7.3.2, indica que el ancho mínimo de la mediana será:

- Cuando se prevea la ampliación del número de carriles a expensas de la mediana: diez metros (10,00 m).
- Cuando no se prevea la ampliación del número de carriles a expensas de la mediana: dos metros (2,00 m) o la anchura de trabajo del sistema de contención de vehículos en ambos sentidos si fuese superior

Por lo tanto, la mediana en carreteras de calzadas separadas tendrá, siempre que sea posible, una anchura mínima de 10 m. Cuando dicha anchura no pueda mantenerse por razones técnico – económicas, se podrá disminuir hasta un límite de 2 m. Excepcionalmente, para casos expresamente justificados (estructuras singulares), podrá reducirse la anchura de la mediana hasta un límite absoluto de 1 m.

Esta orden establece que, salvo justificación en contrario, no se proyectarán medianas de anchura intermedia (ancho entre 3 y 10 metros), entendiéndose por mediana la franja longitudinal entre dos plataformas separadas, no destinada a la circulación.

Criterios de aplicación de sistemas de contención ,Orden circular 35/2014 en el apartado 4.4.2., se indica:

1. En las medianas con terreno llano en las que la distancia entre los bordes interiores de las superficies pavimentadas sea igual o inferior a la establecida en la tabla 9, se empleará preferentemente un sistema de contención doble que se dispondrá dentro de la mediana, en la posición transversal más conveniente, según criterios de trazado (visibilidad), de explotación, etc.
2. En las medianas con terreno llano en las que la distancia entre los bordes interiores de las superficies pavimentadas sea superior a la establecida en la tabla 9, pero igual o inferior al doble de ésta, se empleará preferentemente un sistema de contención doble dispuesto en las proximidades del eje de la mediana.
3. En las medianas con terreno llano en las que la distancia entre los bordes interiores de las superficies pavimentadas y el eje de la mediana sea superior a la establecida en la tabla 9, se dispondrán dos sistemas de contención, que podrán ser simples o dobles.

- 4. En las medianas con terreno no llano se dispondrán dos sistemas de contención, que podrán ser simples o dobles

#### DISPOSICIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS EN MEDIANAS

CASO	TERRENO	DISTANCIA	RECOMENDACIÓN
1	Llano	Ancho mediana $\leq$ tabla 9	1 sistema de contención doble
2	Llano	Tabla 9 < ancho mediana $\leq$ 2 veces tabla 9	1 sistema de contención doble, cerca del eje
3	Llano	2 veces tabla 9 < ancho mediana	2 sistemas de contención, simples o dobles
4	No llano	-	2 sistemas de contención, simples o dobles

#### MÁXIMA DISTANCIA (m) ENTRE EL BORDE DE LAS SUPERFICIES PAVIMENTADAS Y UNA BARRERA DE SEGURIDAD O PRETIL PARALELO A ELLA

Nº carriles por calzada	Velocidad de proyecto Vp(Km/h)					
	50	60	70	90	100	120
1	1.5	2.8	4.5	7.5	11.0	16.8
2	0.5	0.5	1.0	4.0	7.5	13.3
3	0.5	0.5	0.5	0.5	4.0	9.8
4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	6.3

En el caso de una barrera sin obstáculos (pilas de puentes, etc.) la distancia al borde interno de una recta o curva con inclinación transversal del margen correspondiente entre 8(H):1(V) y 5(H):1(V), de la zona peligrosa constituida por la otra calzada, es de doce metros (12 m). Descontando los dos metros (2 m) de los arcenes interiores, se justifica la barrera de seguridad en la mediana, para medianas inferiores a diez metros (10 m).

Se plantea un análisis comparativo entre los anchos de 10 m y de 2 m. Se analizan varios aspectos:

- Seguridad y comodidad

- Impacto ambiental
- Necesidad futura de ampliación
- Coste económico.

#### Seguridad y comodidad

A efectos de definir correctamente un trazado se consideran prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad que se derivan de la visibilidad disponible además de las deseables ausencias de pérdida de trazado. Bajo este aspecto, resulta más adecuado proponer mediana de 10 m de ancho ya que incrementará la visibilidad del conductor.

#### Impacto ambiental

Resulta evidente que una autovía con mediana de 10 m cuenta con una superficie de ocupación mayor que una autovía con mediana estricta, no obstante, en la zona no existe grandes zonas protegidas que se afecten, pequeños ZECS en zonas de río (25 m+cauce+25 m) y habitats.

Superficie de ocupación de mediana de :	C1 (m <sup>2</sup> )	C2(m <sup>2</sup> )	C3(m <sup>2</sup> )	C4(m <sup>2</sup> )	C5(m <sup>2</sup> )	C6(m <sup>2</sup> )
10 m	2.007.869,59	2.019.253,84	1.977.826,24	1.978.673,74	1.982.221,75	2.048.785,39
2 m	401.573,92	403.850,77	395.565,25	395.734,75	396.444,35	409.757,08

La diferencia es de un 80%

El tramo en estudio se caracteriza por un uso del suelo correspondiente a cultivo de cereal alternado con barbecho y monte, dehesa, luego el coste de expropiaciones no es elevado.

#### Necesidad de futura ampliación.

A la vista de los datos del estudio de tráfico, no se espera que sea necesario ampliar la nueva autovía en un horizonte de 20 años, ya que con la sección proyectada será suficiente canalizar el tráfico generado. Bajo este aspecto, no es necesario la ampliación del número de carriles a expensas de la mediana.

#### Coste económico

Se presentan a continuación una estimación de los presupuestos para cada ancho de mediana. En ellos se ha considerado únicamente los factores dependientes del ancho de la mediana:

- Movimiento de tierras
- Drenaje
- Estructuras
- Defensas
- Expropiaciones

Se ha realizado un estudio económico de las trazas con mediana de 2 m y mediana de 10 m.

Con la mediana de 10m de ancho se incrementan respecto a la mediana de 2 m los distintos capítulos de presupuesto en:

actividad	%
Movimiento de Tierras	13,8
Drenaje Transversal	4,5
Estructuras	14,3
Expropiaciones	80,0

A pesar de que la mediana de 2 metros es la más competitiva desde el punto de vista económico, se podría descartar su empleo debido a factores técnicos. Su uso implicaría adoptar una velocidad de proyecto menor de 120 km/h debido a la insuficiencia de visibilidad de parada en una parte del tramo, presentando además su reducido ancho problemas de espacio para la ejecución de pilas, drenaje, señalización, etc., con los consecuentes problemas de mantenimiento y conservación en fase de explotación.

En el caso de medianas de 10 m de anchura, en principio no haría falta barrera de seguridad. No obstante, en virtud de la experiencia acumulada en los últimos años, se considera conveniente disponer también en estos casos de barrera de seguridad. Se situaría en el borde exterior de las curvas a derecha,

con objeto de dejar una franja de seguridad, fuera de la plataforma, que permitiera a los vehículos en sentido contrario tener la posibilidad de entrar en colisión con la barrera o quedar en esta franja una vez colisionado con ésta, fuera de la posible intercepción con el resto de los vehículos circulantes.

El binomio seguridad-ancho de mediana está íntimamente relacionado, resultando a mayor ancho de mediana, mayor seguridad.

Como consecuencia del análisis realizado y a la vista de las conclusiones obtenidas se proponía la adopción de mediana de 10 metros de anchura en toda su longitud.

#### 1.6. ESTUDIO DEL ANCHO DE BERMAS. OC 28/2009.

Tras un análisis de los márgenes de la plataforma en el que se identificado las zonas en las que pueda haber obstáculos, desniveles y demás elementos o situaciones de menor seguridad y la recomendaciones de la Instrucción 3.1-IC se han identificado las zonas con elementos potenciales de riesgo, planteándose soluciones alternativas tendentes a la eliminación de los citados obstáculos antes de la instalación de la barrera metálica.

La instalación en el proyecto de construcción de barreras de seguridad metálicas, (a partir de ahora BSM), seguirá los criterios de la Orden Circular y estará justificada en los siguientes casos:

- Zonas en las que se pueda producir un accidente normal, grave o muy grave.
- Zonas cuya protección haya sido incluida entre las medidas derivadas de la Declaración de Impacto Ambiental

Una vez definida la clase, nivel de contención, índice de severidad, tipo (simple o doble), clase de anchura de trabajo o de deflexión dinámica, se seleccionará el sistema de Barrera de Seguridad Metálica.

La disposición transversal que fija el ancho de berma en protección de obstáculos en W (1.0 a 2.1 m) y en protección de desniveles en D (1.02 a 2.0 m). Se ha estimado la utilización de la barrera AS-BLB.H(C3) cuya deflexión dinámica es 0,9 m, se ha determinado un ancho de berma de 1.00 m.

#### 1.7. PASOS DE MEDIANA

En previsión de desvíos del tráfico de una a otra calzada de la autovía se han practicado pasos a través de mediana a intervalos de unos 2 km, a excepción de la proximidad a una estructura de más de 100 m que se han incluido a 200 m de los estribos.

Dichos pasos tienen una longitud libre de 40 m. Están abocinados a ambos lados en una longitud de 60 m. Se han ubicado próximos a carriles de entrada o salida, de manera que puedan emplearse como vías de escape ante emergencias.

### 1.8. NECESIDAD DE AMPLIACIÓN FUTURA. CARRILES ADICIONALES

Se ha analizado en el anejo de trazado la necesidad de ampliación de calzada y carriles adicionales y se ha observado que los principales desniveles longitudinales de la calzada se producen con una pendiente de 3.4%. A este efecto, no se propone para la inclusión de un carril adicional para pesados en el sentido de rampa del tramo.

### 1.9. GÁLIBOS

En cuanto a los gálidos verticales de las estructuras se han tomado 5.30 m como mínimo para carreteras y autovía y 5.0 m como mínimo para caminos. En cuanto a los gálidos horizontales son de 9 m en pasos superiores e inferiores de caminos. En carreteras el gálibo horizontal para pasos superiores es de 11 m y en los enlaces los pasos superiores cuentan con gálidos horizontales de 16 m.

## 2. FIRMES

Se exponen, en primer lugar, los datos previos utilizados en el estudio, tales como la Normativa aplicable, la disponibilidad de materiales constituyentes y sus características geotécnicas, también los factores de dimensionamiento: categoría del tráfico pesado y categoría de la explanada. En segundolugar se presentan las diferentes secciones de firme susceptibles de ser adoptadas para cada alternativa.

### 2.1. DATOS PREVIOS

#### 2.1.1. Normativa

Las normas y recomendaciones empleadas en este estudio han sido las siguientes:

- Instrucción 6.1-I.C." SECCIONES DE FIRME". Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes ( PG3/75) y los artículos de este revisados con posterioridad , Orden FOM /2523/2014,
  - Artículo211 Betunes asfálticos
  - Artículo 214 Emulsiones bituminosas
  - Artículo 210 Zahorras
  - Artículo 530 Riegos de imprimación
  - Artículo 531 Riego de adherencia

- Artículo Mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso

#### 2.1.2. Categoría de tráfico

La Instrucción 6.1.- I.C "Secciones de Firme" establece unas categorías de tráfico en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados en el carril de proyecto y en el año de la puesta en servicio.

CATEGORIAS DE TRÁFICO PESADO	IMD <sub>p</sub>
T00	IMD <sub>p</sub> >=4000
T0	4000>IMD <sub>p</sub> >=2000
T1	2000> IMD <sub>p</sub> >=800
T2	800> IMD <sub>p</sub> >=200
T31	200> IMD <sub>p</sub> >=100
T32	50=<IMD <sub>p</sub> <100
T41	25<IMD <sub>p</sub> <50
T42	IMD <sub>p</sub> <25

Para el dimensionamiento del firme es necesario conocer la IMD pesados en el carril de proyecto, en el año de puesta en servicio.

En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, se considera que el 100% de los pesados circulan por el carril de proyecto, mientras que, en calzadas de tres o más carriles por sentido, se considera que el 85% de los pesados utilizan el carril de proyecto.

ambos sentidos

IMD pesados maximo

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
C1	1267	1285	1304	1323	1342	1361	1381	1401	1421	1441	1462	1483	1504	1526
C2	1267	1285	1304	1323	1342	1361	1381	1401	1421	1441	1462	1483	1504	1526
C3	1171	1188	1205	1222	1240	1258	1276	1294	1313	1332	1351	1370	1390	1410
C4	1017	1032	1047	1062	1077	1093	1109	1125	1141	1157	1174	1191	1208	1225
C5	1041	1056	1071	1086	1102	1118	1134	1150	1167	1184	1201	1218	1236	1254
C6	1267	1285	1304	1323	1342	1361	1381	1401	1421	1441	1462	1483	1504	1526

carril de proyecto

0,6 reparto (60-40)

IMD pesados maximo

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
C1	760	771	782	794	805	817	829	841	853	865	877	890	902	916
C2	760	771	782	794	805	817	829	841	853	865	877	890	902	916
C3	703	713	723	733	744	755	766	776	788	799	811	822	834	846
C4	610	619	628	637	646	656	665	675	685	694	704	715	725	735
C5	625	634	643	652	661	671	680	690	700	710	721	731	742	752
C6	760	771	782	794	805	817	829	841	853	865	877	890	902	916

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
C1	T2	T2	T2	T2	T1									
C2	T2	T2	T2	T2	T1									
C3	T2	T1	T1	T1	T1									
C4	T2													
C5	T2													
C6	T2	T2	T2	T2	T1									

## 2.1. CATEGORÍA DE EXPLANADA

Para la obtención de una explanada tipo E3, de acuerdo con la instrucción 6.1 y 2.I.C. revisada (Orden Circular 10/2002 Secciones de firme y capas estructurales de firme), será necesario:

- En el caso de los rellenos contruidos con materiales tipo todo – uno o pedraplenes, para la obtención de la categoría de explanada E3, se deberá construir una capa de 25 cm de suelo estabilizado in situ con cemento tipo S-EST3. Esta medida será de aplicación también si se trata de terraplenes cuya capa de coronación esté constituida por al menos un metro de suelos

seleccionados con CBR>20. Si se trata de suelos seleccionados que no alcancen el CBR antes indicado, la capa de suelo estabilizado deberá alcanzar los 30 cm.

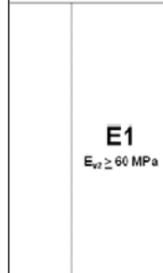
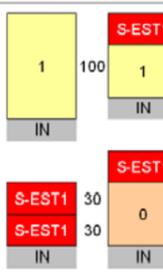
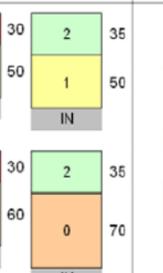
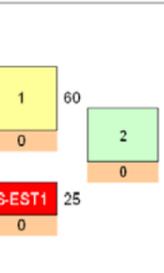
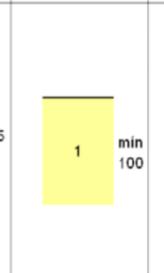
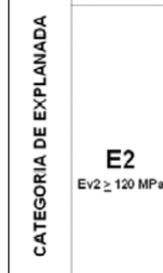
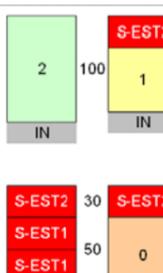
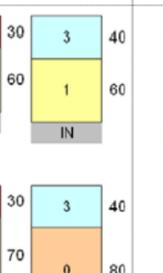
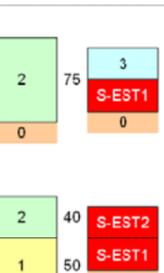
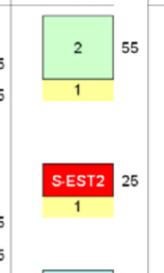
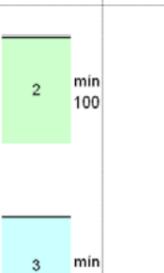
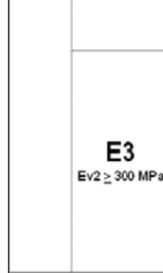
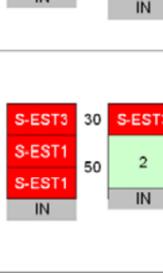
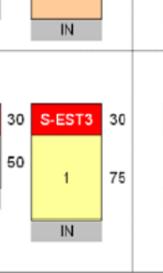
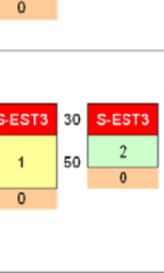
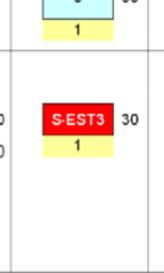
- Si la coronación del terraplén está constituida por suelos adecuados con un espesor mínimo de un metro, para la obtención de la categoría de explanada E3 deberá disponerse una capa de suelo estabilizado in situ tipo S-EST3, de 30 cm de espesor. Esta medida será también de aplicación en el caso de fondos de desmontes excavados en suelos adecuados.
- En el fondo de desmontes excavados en suelos tolerables, o cuando la coronación del terraplén esté formada por este tipo de materiales, el nivel superior de suelos estabilizados in situ tipo S-EST3, de 30 cm de espesor, deberán construirse sobre una capa de al menos 30 cm de suelos seleccionados o bien 50 cm de suelos adecuados.
- Sustitución de los 75 cm superiores del fondo de los desmontes excavados en suelos marginales e inadecuados, rellenando la sobreexcavación mediante una capa de 75 cm de suelo adecuado, sobre la que se extenderá una capa de 30 cm de suelo estabilizado in situ tipo S-EST3. Como alternativa, puede limitarse la sobreexcavación a 50 cm, siempre y cuando se sustituya el material por suelo seleccionado. Otra posibilidad es la estabilización in situ de 50 cm de suelos, obteniendo dos capas de 25 cm de suelo estabilizado tipo S-EST1, sobre el que podrá disponerse otra capa adicional de 30 cm de suelo S-EST3.
- En el fondo de desmontes excavados en suelos seleccionados o adecuados, sobre la explanación podrá construirse una capa de 30 cm de suelo estabilizado in situ S-EST3, de 30 cm de espesor, para la obtención de la categoría de explanada E-3. Si los suelos seleccionados presentes en el fondo del desmonte presentan valores de CBR>20, el espesor de la capa de suelo estabilizado podrá reducirse a 25 cm.
- En el fondo de desmontes excavados en roca sana (grado I-II) o moderadamente meteorizada (grado III), se dispondrá una capa de regularización de 15 cm de hormigón HM-20.

Según los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados en los materiales existentes en el trazado de la autovía, los materiales clasificables como suelos seleccionados que puedan emplearse para la obtención de una explanada E3 son fundamentalmente los procedentes de la alteración de las rocas ígneas y alteración de los materiales de la unidad geotécnica III. Puede ser necesario emplear materiales estabilizados in situ con cemento, para obtener la categoría de explanada E3, en aquellos tramos de desmonte y relleno en que sea necesaria realizar una sustitución de terreno.

En general, las rocas meteorizadas presentan características de suelos seleccionados y tolerables, de acuerdo con el PG-3, por lo que, como en los casos anteriores, pueden emplearse para obtener una explanada de tipo E3, realizando una estabilización in situ con cemento.

La explanación obtenida en los tramos de desmonte excavados en las rocas relativamente sanas (G-II) y moderadamente meteorizadas (G-III), constituyen una explanada del tipo E-3, si bien se requerirá una capa de regularización.

En la siguiente figura se indican las posibilidades existentes para obtener la explanada requerida en la autovía

TIPOLOGIA DE LOS SUELOS DE LA EXPLANACION (DESMONTES) Y/O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES Y/O RELLENOS TODO UNO)								
CATEGORIA DE EXPLANADA		SUELOS INADECUADOS O MARGINALES (IN)			SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2 y 3)	ROCA (R)
		<b>E1</b> Ev1 ≥ 60 MPa						
<b>E2</b> Ev2 ≥ 120 MPa								
<b>E3</b> Ev3 ≥ 300 MPa							HM-20 (R)	

Para poder asignar a los suelos una clasificación tienen que tener un espesor mínimo de 1.0 m. En caso contrario se asignará la categoría inmediatamente inferior. Los espesores de las capas están en centímetros. Será preceptivo proyectar una capa de separación entre los suelos inadecuados o marginales con finos plásticos y las capas de suelo adecuado o seleccionado. Dicha capa consistirá en la estabilización in situ con cal de 15 cm de espesor, en una lámina geotextil o en una membrana plástica. Los rellenos tipo todo-uno o pedraplen, salvo si están constituidos por materiales marginales, son equiparables a suelos seleccionados (3)

Para el caso de tramos de autovía de nueva construcción, la “Nota de Servicio 5/2006 sobre explanaciones y capas de firme tratadas con cemento” indica que se debe disponer una categoría de explanada tipo E3, no es el caso.

## 2.2. SECCIONES DE FIRME

### 2.2.1. Secciones de firme en el tronco de la autovía

En el tronco de la autovía en la que se considera una categoría de tráfico T1 y una explanada E3, la sección de firme propuesta es la tipo 132 del catálogo, compuesta por 20 cm de mezclas bituminosas y 20 cm de suelo cemento.

El espesor total de mezcla bituminosa se subdivide a su vez en las siguientes capas:

- 3 cm de mezcla bituminosa, constituyendo la capa de rodadura.
- 7 cm de mezcla tipo S-20, en la capa intermedia.
- 10cm de mezcla tipo G-20, como base bituminosa.

### 2.2.2. Secciones de firme en estructuras

En el caso de las estructuras, el firme está compuesto por 5+3 cm de mezclas bituminosas. Dicha mezcla bituminosa deberá ser igual a la de la capa de rodadura del vial al que correspondan.