
ANEJO N° 09. FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO Nº 09. FIRMES Y PAVIMENTOS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	FACTORES DE DIMENSIONAMIENTO	2
2.1.	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	2
	2.1.1. DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICOS.....	2
	2.1.2. CATEGORÍAS POR TRAMOS.....	1
2.2.	CATEGORÍA DE LA EXPLANADA	1
	2.2.1. DEFINICIÓN DE LA EXPLANADA.....	2
	2.2.2. PROCEDENCIA DE MATERIALES.....	2
2.3.	MATERIALES PARA LA SECCIÓN DE FIRME.....	3
	2.3.1. MEZCLA BITUMINOSA.....	3
	2.3.2. SUELO CEMENTO	5
	2.3.3. ZAHORRA ARTIFICIAL.....	5
	2.3.4. RIEGO DE ADHERENCIA	6
	2.3.5. RIEGO DE CURADO	6
	2.3.6. RIEGO DE IMPRIMACIÓN.....	6
3.	SOLUCIONES DEL CATÁLOGO DE FIRMES.....	6
3.1.	SECCIONES CON TRÁFICO T00.....	6
3.2.	SECCIONES CON TRÁFICO T0.....	7
3.3.	SECCIONES CON TRÁFICO T1	7
3.4.	SECCIONES CON TRÁFICO T2.....	8
3.5.	SECCIONES CON TRÁFICO T31	8
4.	VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	8

4.1.	PRECIOS UNITARIOS.....	8
4.1.1.	PRECIOS PARA LA FORMACIÓN DE EXPLANADA	8
4.1.2.	PRECIOS PARA LA SECCIÓN DE FIRMES.....	9
4.1.3.	VALORACIÓN DE LA EXPLANADA	9
4.2.	VALORACIÓN DE LAS SECCIONES DE FIRME.....	9
4.2.1.	COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T00	9
4.2.2.	COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T0	10
4.2.3.	COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T1	11
4.2.4.	COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T2	11
4.2.5.	COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T31	12
4.2.6.	COSTES DE CONSERVACIÓN.....	13
4.3.	VALORACIÓN CONJUNTA FIRME-EXPLANADA.....	13
5.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	13
5.1.	SECCIONES CON TRÁFICO T00	13
5.2.	SECCIONES CON TRÁFICO T0	14
5.3.	SECCIONES CON TRÁFICO T1	14
5.4.	SECCIONES CON TRÁFICO T2	15
5.1.	SECCIONES CON TRÁFICO T31	15
5.2.	ESTRUCTURAS	15
5.3.	SECCIONES URBANAS.....	16
5.4.	ZONAS M-40 AFECTADAS POR LOS ACCESOS.....	16
6.	NORMATIVA EMPLEADA.....	17

APÉNDICE Nº 1: JUSTIFICACIÓN DE LAS DENSIDADES DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS

APÉNDICE Nº 2: VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS SECCIONES DE FIRME

APÉNDICE Nº 3: SECCIONES ESTRUCTURALES DE FIRMES AYUNTAMIENTO DE MADRID

ANEJO Nº 09. FIRMES Y PAVIMENTOS

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la selección de la sección de firme más adecuada para el “Proyecto Constructivo de los nuevos accesos viales al estadio “Wanda Metropolitano”, según los criterios y soluciones contempladas en la Norma 6.1-I.C. (publicada en el B.O.E. de 12 de diciembre de 2003). En el estudio se analizan independientemente las secciones de firme para el tronco principal, ramales de enlaces o reposiciones de calles en función de sus respectivos tráficos.

Para la elección de la sección de firme se parte del análisis de los factores de dimensionamiento y metodologías contemplados en la Instrucción de Secciones de Firme 6.1-IC. Estos factores son:

- Categoría de tráfico pesado
- Categoría de la explanada
- Materiales para la sección

A partir de estos factores se seleccionan las posibles soluciones de las contempladas en el catálogo de firmes de la Instrucción 6.1-I.C., que satisfacen los requisitos anteriores, descartando las secciones que se consideren inadecuadas.

En tercer lugar, se realiza una evaluación económica del coste conjunto de la explanada y sección de firme para las soluciones seleccionadas. Para dicha comparación se consideran unos precios estimativos de las unidades que solo sirven a efecto comparativo entre las distintas soluciones de firme que se estudian.

Por último se describen en detalle las diferentes soluciones adoptadas para el tronco principal de la autovía, vías colectoras, ramales, calles urbanas y estructuras.

2. FACTORES DE DIMENSIONAMIENTO

2.1. CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

Según la Norma 6.1. I-C “Secciones de Firme” el dimensionamiento del firme es función de la intensidad media diaria de tráfico pesado (IMDp) que se prevea para el carril de proyecto en el año de la puesta en servicio, fijado en este caso como el 2017. En función de dicha intensidad se establecen las siguientes categorías de tráfico.

Categoría de tráfico pesado	IMD pesado
T00	≥ 4000
T0	2000 – 4000
T1	800 – 2000
T2	200 – 800
T3.1	100 – 200
T3.2	50 – 100
T4.1	25 – 50
T4.2	< 25

La Norma 6.1. I-C también indica que si no se pudiera disponer de datos concretos sobre asignación por carriles, para la determinación de la categoría de tráfico pesado se admitirá lo siguiente:

- En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.
- En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente a todos los vehículos pesados que circulan en ese sentido.
- En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, se considera que actúa sobre el exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

Las previsiones de tráfico para el año de puesta en servicio se extraen del Anejo n° 7 *Tráfico*, en el que se ha realizado un estudio específico del tráfico de vehículos totales y del tráfico de vehículos pesados.

2.1.1. DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICOS

De acuerdo con el Anejo n° 6 *Tráfico* se esperan las siguientes intensidades de vehículos totales y pesados por tramos:

Ref	Descripción	Con Estadio	
		IMD	IMDp
1	De M40 a Pza Grecia	19.643	364
2	De Pza Grecia a M40	17.342	322
3	De Pza Grecia a M40 por L.A.	2.173	41
4	De M40 a Pza Grecia por L.A.	4.005	75
5	Lateral Arcentales M40	6.249	114
6	Lateral M40 a Arcentales	7.241	135
7	Lateral M40 a Coslada	5.523	239
8	Lateral Coslada a M40	8.159	352
9	Salida glorieta a M40 sur	7.085	306
10	Entrada glorieta M40 sur	10.917	469
11	Salida glorieta a Coslada	16.951	732
12	Entrada glorieta de Coslada	12.014	519
13	Salida glorieta M40 norte	17.327	748
14	Entrada glorieta M40 norte	19.817	855
15	De glorieta M40 a Arcentales	12.394	230
16	Arcentales a glorieta M40	11.093	207
17	Incorporación glorieta M40 norte	25.548	1.102
18	Salida M40 norte a glorieta y Arcentales	27.058	1.168
19	Incorporación glorieta M40 sur	13.335	575
20	Salida M40 norte a Acentales	16.439	707
22	Vía de servicio M40 a Arcentales	47.765	2.058
23	Incorporación M40 norte en Av Canillejas	12.786	552

Ref	Descripción	Con Estadio	
		IMD	IMDp
24	Salida M40 norte a Av canillejas	19.492	841
25	M40 norte en la curva	110.701	7.533
26	M40 sur en la curva	45.798	3.119
27	M40 norte bajo enlace	94.262	6.420
28	M40 sur bajo enlace	45.798	3.119
29	M40 sur entre enlaces	45.798	3.119
30	M40 norte entre enlaces	119.809	8.157
33	M40 sur previo enlace	7.833	365
34	Vía de servicio M40 a Arcentales inicio	32.973	1.422
36	Vía de conexión M40 a M21 y M14	59.463	4.686
37	Conexión M40 a M21	8.315	656
38	Conexión M40 a M14	51.148	3.938
39	Continuación M40 norte	60.347	2.806
40	De M14	34.617	2.665
41	De M21	16.410	1.293
42	Ramal M40 sur a M21	23.775	1.874
43	Salida M40 a M21 y vía de servicio	60.921	4.146
44	M-201 a Coslada	22.473	1.531
45	M-201 de Coslada	20.151	1.373
46	Nueva Vía de servicio a Luis Aragonés	4.867	91
47	Luis Aragonés a nueva vía de servicio	694	13
48	Conexión M40 a Mequinenza	3.840	166
49	Mequinenza a conexión M40	1.499	65
50	Esquina estadio a nueva vía de servicio	532	21
51	M21 a nueva vía de servicio	5.003	217
52	M21 a tronco M40	12.205	527
53	M14 a tronco M40	25.760	1.111
54	M14 a nueva vía de servicio	9.256	400
55	Nueva vía de servicio bajo glorieta	20.707	891
56	Nueva vía de servicio en curva	46.126	1.987
57	Salida nueva vía de servicio al tronco M40	26.633	1.146
58	Entre las conexiones con Luis A.	56.054	2.416

Ref	Descripción	Con Estadio	
		IMD	IMDp
59	Entre incorp. de Luis A. y desvío a M-21/M-14	56.749	2.446

El diagrama de la página siguiente muestra la correspondencia de los diferentes movimientos de la tabla de acuerdo a la nueva configuración de los viales tras la implementación de todas las actuaciones del presente proyecto.



2.1.2. CATEGORÍAS POR TRAMOS

Aplicando los criterios de la Norma 6.1. I-C “Secciones de Firme” se obtienen las siguientes categorías de tráfico:

Ref	Descripción	Con Estadio		Nº Carriles	Tráfico en el carril de proyecto	Categoría de Tráfico	Sección adoptada
		IMD	IMDp				
1	De M40 a Pza Grecia	19643	364	3	IMD>10.000	A	AYTO.
3	De Pza Grecia a M40 por L.A.	2173	41	2	IMD<10.000	B	AYTO.
4	De M40 a Pza Grecia por L.A.	4005	75	2	IMD<10.000	B	AYTO.
5	Lateral arcentales M40	6249	114	1	114	T3.1	T2
6	Lateral M40 a arcentales	7241	135	1	135	T3.1	T1
9	Salida glorieta a M40 sur	7085	306	1	306	T2	T2
14	Entrada glorieta M40 norte	19817	855	2	855	T1	T1
18	Salida M40 norte a glorieta y Arcentales	27058	1168	2	1168	T1	T1
19	Incorporación glorieta M40 sur	13335	575	2	575	T2	T2
22	Vía de servicio M40 a Arcentales	47765	2058	4	1749	T1	T1
24	Salida M40 norte a Av Canillejas	19492	841	1/2	841	T1	T1
25	M40 norte en la curva	110701	7533	3+1	6403	T00	T00
26	M40 sur en la curva	45798	3119	3	2651	T0	T0
34	Vía de servicio M40 a arcentales inicio	32973	1422	2	1422	T1	T1
41	De M21	16410	1293	2	1293	T1	T1
43	Salida M40 a M21 y vía de servicio	60921	4146	3/4	3524	T0	T0
46	Nueva Vía de servicio a Luis Aragonés	4867	91	2	91	T3.2	T3.1
47	Luis Aragonés a nueva vía de servicio	694	13	2	13	T4.2	T3.1
48	Conexión M40 a Mequinenza	3840	166	2	IMD<10.000	B	AYTO.
49	Mequinenza a conexión M40	1499	65	2	IMD<10.000	B	AYTO.
50	Esquina estadio a nueva vía de servicio	532	21	2	21	T4.2	T3.1
51	M21 a nueva vía de servicio	5003	217	1	217	T2	T1
52	M21 a tronco M40	12205	527	1/2	527	T2	T1
53	M14 a tronco M40	25760	1111	2	1111	T1	T1
54	M14 a nueva vía de servicio	9256	400	1	400	T2	T1
55	Nueva vía de servicio bajo glorieta	20707	891	2	891	T1	T1
56	Nueva vía de servicio en curva	46126	1987	4/3/2	1987	T1	T1
57	Salida nueva vía de servicio al tronco M40	26633	1146	1	1146	T1	T1
58	Entre las conexiones con Luis A.	56054	2416	2	2416	T0	T0
59	Entre incorp. de Luis A. y desvío a M-21/M-14	56749	2446	4	2079	T0	T0

En los viales urbanos (Avda. Arcentales y conexión con Avda. de Luis Aragonés números 1,3,4,48 y 49 de la tabla anterior) se ha optado por secciones del mismo tipo que en el proyecto de urbanización de la zona (actualmente en ejecución) e incluidas en las NEC (Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización aprobadas por el Ayuntamiento de Madrid).

En el enlace (M-21 / M-14) se considera una categoría de tráfico pesado única T1 (números 41, 51, 52, 53 y 54 de la tabla anterior), igual a la mayor de las existentes en sus ramales, con el fin de obtener una sección de firme uniforme en todo el enlace de cara a simplificar la ejecución de las obras aunque se obtenga una sección sobredimensionada para alguno de los ramales del enlace. No obstante, se puede

comprobar que las categorías de tráfico existentes en sus ramales no difieren en más de una categoría, por lo que el sobredimensionado de la sección de firme es mínimo.

En el enlace de la Avenida de Arcentales se han unificado los ramales que se bifurcan o se unen con una sección correspondiente a la mayor categoría de tráfico: los números 6 y 14 de la tabla anterior con un T1 y los números 5 y 9 con un T2.

En el caso de los ramales de conexión con el estadio, ejes 46, 47 y 50 se ha considerado una categoría de tráfico única T31, con el fin de obtener una sección de firme uniforme T31 y facilitar la ejecución de las obras, teniendo en cuenta que, aunque en momentos puntuales, el tráfico estará formado por gran cantidad de autobuses que transportarán a los espectadores al estadio.

2.2. CATEGORÍA DE LA EXPLANADA

La Norma 6.1-IC de 28 de Noviembre de 2003 considera tres categorías de explanada, que quedan determinadas por su módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido según la Norma NLT-357 “Ensayo de carga con placa”.

La formación de la explanada depende del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, así como de las características y espesores de los materiales disponibles.

El primer dato que es necesario conocer para caracterizar la explanada de cada uno de los tramos de proyecto es la definición de las características de los materiales en los que asienta en las dos situaciones posibles, desmonte y terraplén.

En el Anejo nº 7 *Estudio geotécnico del corredor* del presente proyecto se aportan los ensayos de laboratorio de cada una de las zonas, permitiendo su clasificación según los criterios marcados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras y Puentes (PG-3).

En función de los terrenos naturales encontrados en los fondos de desmonte y los aportados en la coronación del terraplén se define el tipo de suelo sobre el que se debe construir la explanada, salvo que cuenten con la categoría y espesor suficientes.

La categoría de la explanada a construir en el tronco de la autovía debe ser E3 atendiendo a la Nota de Servicio 5/2006 del Ministerio de Fomento sobre *Explanaciones y capas de firme tratadas con cemento* donde se establece que “...independientemente de la categoría de tráfico pesado previsto en la fecha de puesta en servicio, todo tramo de autovía de nueva construcción que se proyecte deberá disponer de una categoría de explanada tipo E3”.

En los enlaces y accesos se pueden adoptar categorías de explanada inferiores, si bien en este proyecto, debido a las condiciones especiales de la obra y para unificar la solución se ha optado en todos los casos por una explanada E3.

2.2.1. DEFINICIÓN DE LA EXPLANADA

Las características del suelo subyacente dependen en este caso del terreno natural atravesado, cuyo estudio se realiza en el Anejo nº 7 *Estudio geotécnico del corredor*.

De acuerdo con las conclusiones de dicho anejo, el material que aparecerá en fondo de desmonte corresponderá a materiales del sustrato terciario (T), constituido por arenas arcillosas y arcillas arenosas. Igualmente el material que se empleará para la definición de los núcleos de terraplén procederá en su integridad de los materiales terciarios, que se han clasificado como material tolerable, en su mayoría, pero aproximadamente un cuarto de las muestras ensayadas (25%) se han clasificado como materiales Marginales. Así pues a los efectos de la definición de las explanadas deben considerarse los materiales más desfavorables de los que pueden aparecer en los fondos de desmonte es decir los marginales.

Igualmente para la selección del modo de conformar la explanada deben tenerse también en cuenta otras circunstancias que afectan a la obra, tales como que se encuentra en el casco urbano de Madrid, con las complicaciones que ello conlleva para el transporte de materiales desde áreas fuente, y que no hay en el emplazamiento materiales adecuados o seleccionados que se deberían traer de graveras.

Por otro lado las soluciones geotécnicas especiales que se proponen en dicho anejo se deben realizar mediante el empleo de cal. Por todo ello, y a los efectos de homogeneizar la conformación de la explanada se recomienda, como solución más sencilla, la de recurrir a la de los suelos estabilizados con cal.

Teniendo en cuenta lo anterior, la única opción para lograr una explanada E3 sobre suelo marginal y empleando suelos estabilizados con cal es la siguiente, de acuerdo con la norma 6.1-IC:

Explanada E3 sobre suelo marginal

S-EST 3	0,30 m
S-EST 1	0,50 m
Suelo marginal	> 1,00 m

De este modo, debido a las condiciones especiales de la obra, para homogeneizar soluciones y permitir un mayor aprovechamiento de los materiales existentes, evitando recurrir a préstamos o graveras se ha optado por esta solución para todos los casos.

2.2.2. PROCEDENCIA DE MATERIALES

Para la formación de explanadas son necesarios suelos estabilizados tipos 1 y 3, para los cuales está previsto utilizar materiales procedentes de la excavación puesto que, según el anejo geotécnico, cumplen los requisitos.

No obstante, en el caso de que fuera necesario recurrir a materiales fuera de las obras, en las inmediaciones de la zona objeto de proyecto existen graveras y plantas de suministro de áridos.

Cantera	Material explotado	Propiedad	Distancia a la obra (km)	Capacidad de Producción	Localidad
G-1	Gravas y arenas	ARIPRESA (EL PORCAL)	17	-	Rivas-Vaciamadrid
G-2	Gravas y arenas	ARIPRESA(VELILLA)	13	550 Tm/h	Velilla de san Antonio
G-3	Gravas y arenas	TRAMSA S.A.. GRUPO MAT	15	600 Tm/h	Arganda del Rey
G-4	Gravas y arenas	FUENTEPEÑA S.A.	5	500.000T/año	San Fernando de Henares
G-5	Gravas y arenas	FRUPESA S.A..	140	-	Montearagón (Toledo)
G-6	Gravas y arenas	HOLCIM ESPAÑA	60	1.500.000 T/año	Aranjuez

Cantera	Material explotado	Propiedad	Distancia a la obra (km)	Capacidad de Producción	Localidad
G-7	Gravas y arenas	GRUPO FERNÁNDEZ ESCUDERO	26	6.500 T/Día	Campo Real

Tabla resumen de las graveras del entorno de la zona objeto de proyecto

2.3. MATERIALES PARA LA SECCIÓN DE FIRME

En la Instrucción 6.1-I.C. *Secciones de Firmes*, se presenta un catálogo de secciones de las cuales se estudiarán las siguientes:

- Las correspondientes a explanadas tipo E3

Se descartan los pavimentos de hormigón vibrado por las siguientes razones:

- Se debe procurar la máxima continuidad y homogeneidad con los tramos contiguos.
- Es un pavimento más ruidoso que el pavimento de mezcla bituminosa, lo que causa molestias en los usuarios.
- La ejecución del pavimento de hormigón es más costosa que el de mezcla bituminosa.
- El pavimento de hormigón necesita menos conservación que uno de mezcla bituminosa, pero no se compensa el hecho de que las actuaciones son más costosas.
- La experiencia en la construcción de este tipo de pavimentos es menor.
- Necesita una maquinaria más particular para su ejecución, lo que limita el número de contratistas que puedan ejecutarle.

Solamente en el caso de los viales urbanos, se ha preferido dimensionar una base de hormigón, siguiendo los criterios del proyecto de urbanización, debido a la existencia de servicios urbanos. Esta base estará recubierta por dos capas de mezcla bituminosa en caliente siguiendo las secciones incluidas en las NEC del Ayuntamiento de Madrid.

Se descartan las secciones que incluyen una capa de grava cemento por las siguientes razones:

- Dificultad de ejecución; la mezcla se debe realizar en central, cuidando evitar en el transporte a obra la segregación y pérdida de humedad. Una vez puesto el material en obra se debe compactar en una única tongada, aplicando posteriormente un riego de curado.
- Este tipo de material ha caído en desuso debido a los problemas de las grietas de retracción que posteriormente se reflejan en la rodadura.
- Sensibilidad durante la ejecución a las altas temperaturas debido a la pérdida excesiva de humedad que se produciría.

El resto de secciones incluidas en el catálogo de la Norma 6.1-I.C., constan de capas superiores de mezclas bituminosas sobre zahorra artificial o suelo cemento. Se analizan a continuación estos materiales:

2.3.1. MEZCLA BITUMINOSA

La categoría de tráfico pesado en el año de puesta en servicio en el tronco de la M-40 y en las vías colectoras es T0 o T00.

Se emplearán exclusivamente mezclas bituminosas en caliente.

Según los criterios marcados por la Instrucción 6.1-I.C. *Secciones de Firme* se determina que el tramo se encuentra en una zona térmica estival cálida. Para dicha zona térmica y categoría de tráfico T00 y T0 se deben utilizar los siguientes ligantes hidrocarbonados y espesores de capa siguientes, según la Tabla 6 de la Norma 6.1-I.C y los artículos 542 y 543 del PG-3:

- El espesor de la capa de rodadura será de 3 cm para mezclas bituminosas discontinuas tipo BBTM B o 4 cm de mezcla drenante PA. Las secciones con mezcla drenante son más económicas que las discontinuas tipo BBTM, debido principalmente al menor contenido del ligante empleado en las mezclas drenantes (tipo PBM45/80-65) con respecto al de las discontinuas (tipo PBM45/80-65), así como a la diferencia de filler necesario entre ambas mezclas.

- En la capa intermedia: El espesor de capa estará comprendido entre los valores 5-10 cm siendo la mezcla empleada de tipo AC bin D o AC bin S y el betún tipo B35/50, BC35/50, PMB25/55-65 o PMB45/80-65; o entre 6-10 cm empleando una mezcla bituminosa de alto módulo y betún PMB10/40-70.
- En capa base: El espesor de capa estará comprendido entre los valores 7-15 cm empleando una mezcla de tipo AC base S o AC base G y betún tipo B35/50, BC35/50 o PMB25/55-65; o entre 7-13 cm empleando una mezcla bituminosa de alto módulo y betún B15/25.

Para la categoría de tráfico T1, las características de las capas de firme y los materiales a usar en ellas son las siguientes:

- El espesor de la capa de rodadura será de 3 cm para mezclas bituminosas discontinuas tipo BBTM B o 4 cm de mezcla drenante PA. Las secciones con mezcla drenante son más económicas que las discontinuas tipo BBTM, debido principalmente al menor contenido del ligante empleado en las mezclas drenantes (tipo PBM45/80-65 o PBM45/80-60) con respecto al de las discontinuas (tipo PBM45/80-65 o PBM45/80-60), así como a la diferencia de filler necesario entre ambas mezclas.
- En la capa intermedia: El espesor de capa estará comprendido entre los valores 5-10 cm siendo la mezcla empleada de tipo AC bin D o AC bin S y el betún tipo B35/50, BC35/50, PMB25/55-65, PMB45/80-60; PMB45/80-65 o entre 6-10 cm empleando una mezcla bituminosa de alto módulo y betún PMB10/40-70.
- En capa base: El espesor de capa estará comprendido entre los valores 7-15 cm empleando una mezcla de tipo AC base S o AC base G y betún tipo B35/50, B50/70, BC35/50 o BC50/70; o entre 7-13 cm empleando una mezcla bituminosa de alto módulo y betún B15/25.

Para la categoría de tráfico T2 las características de las capas de firme y los materiales a usar en ellas son las siguientes:

- En la capa de rodadura: Se puede emplear una mezcla discontinúa tipo BBTM A o B con un espesor de 2-3 cm o una mezcla drenante tipo PA con un espesor de 4 cm, en todos los casos con betún PBM45/80-60, B50/70 o BC50/70; o una

mezcla bituminosa en caliente AC surf D o AC surf S con un espesor de capa entre 5 y 6 cm y betún B35/50, B50/70, BC35/50, BC50/70 o PMB45/80-60.

- En la capa intermedia: El espesor de capa estará comprendido entre los valores 5-10 cm siendo la mezcla empleada de tipo AC bin D o AC bin S y el betún de tipo B35/50, B50/70, BC35/50, BC50/70 o PMB45/80-60.
- En capa base: El espesor de capa estará comprendido entre los valores 7-15 cm empleando una mezcla de tipo AC base S o AC base G y betún B50/70 ó BC50/70.

Para la categoría de tráfico T31 las características de las capas de firme y los materiales a usar en ellas son las siguientes:

- En la capa de rodadura: Se puede emplear una mezcla discontinúa tipo BBTM A o B con un espesor de 2-3 cm o una mezcla drenante tipo PA con un espesor de 4 cm, en todos los casos con betún PBM45/80-60, B50/70 o BC50/70; o una mezcla bituminosa en caliente AC surf D o AC surf S con un espesor de capa entre 5 y 6 cm y betún B35/50, B50/70, BC35/50, BC50/70 o PMB45/80-60.
- En la capa intermedia: El espesor de capa estará comprendido entre los valores 5-10 cm siendo la mezcla empleada de tipo AC bin D o AC bin S y el betún de tipo B35/50, B50/70, BC35/50, BC50/70 o PMB45/80-60.
- En capa base: El espesor de capa estará comprendido entre los valores 7-15 cm empleando una mezcla de tipo AC base S o AC base G y betún B50/70 ó BC50/70.

La mezcla en arcenes será prolongación de las capas de rodadura e intermedia de la calzada siendo su espesor mayor o igual a 15 cm sobre zahorras y 10 cm sobre capas tratadas con cemento. En cualquier caso irá pavimentado.

El tipo y composición de la mezcla son función principalmente del espesor definitivo, la climatología y la categoría de tráfico pesado. En el caso de la capa de rodadura la relación entre polvo mineral y ligante será de entre 1,2 y 1,6 para mezclas discontinuas tipo BBTM A, entre 1,0 y 1,2 para mezclas discontinuas tipo BBTM B y entre 0,9 y 1,1 para mezclas drenantes PA. En capas intermedia y base la relación

recomendada entre polvo mineral y ligante es de 1,1 y 1,0 respectivamente para el tramo en estudio.

Las características del árido a emplear serán las marcadas por los artículos 542 y 543 del PG-3, todo el árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava, y el 100% del polvo mineral será de aportación en capa de rodadura e intermedia de carriles, pudiéndose reducir en capa de rodadura hasta el 50 % en los arceños, y en capa base se puede reducir al 50% en todos los casos.

El ligante será el definido en los artículos 211 y 215 del PG-3, atendiendo a las consideraciones realizadas por la Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU), por lo que se empleará caucho procedente de NFU en la mejora de los betunes (que por tanto pasan a denominarse con la simbología BC en lugar de B) y en la modificación de los betunes modificados (que pasan a denominarse BMC en lugar de BM).

Es necesario el empleo de una central de mezcla continua o discontinua para la fabricación de las mezclas bituminosas, transportándose al lugar de empleo en camiones de cajas lisas y estancas perfectamente limpias y provisto de lona para proteger la mezcla en su transporte. La extensión se realizará con extendedora autopropulsada, con dispositivo de nivelación, y que precompacte al extender. Las características definitivas de las capas se obtienen finalmente con el equipo de compactación.

Las características técnicas de los pavimentos bituminosos son adecuadas para el tramo que se proyecta por las siguientes razones:

1. Es el tipo de pavimento más utilizado, por lo que existe más experiencia y un mayor número de empresas con maquinaria de características adecuadas para una buena ejecución.
2. La ejecución de la mezcla se puede realizar en cualquier época del año ya que no existe ningún tipo de limitación por causas térmicas.
3. Empleando mezcla bituminosa se consigue un firme homogéneo con los tramos contiguos.
4. Se consigue una rodadura más cómoda para los usuarios.

5. La ejecución de este tipo de pavimento es más económica que la de hormigón.
6. El pavimento de mezcla bituminosa necesita más conservación, pero las actuaciones son más sencillas y económicas.

2.3.2. SUELO CEMENTO

Este material consiste en una mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y eventualmente adiciones, realizada en central, que una vez puesto en obra se debe compactar y curar. Las propiedades de este material dependen de:

- Tipo de suelo y proporciones de cemento y agua
- Proceso de ejecución
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado

Se debe realizar una dosificación con porcentaje de cemento suficiente para obtener una resistencia a compresión simple a los siete (7) días no inferior a 2,5 Mpa.

Se considera cemento de clase resistente 32,5 N/mm² y un suelo-cemento tipo SC-40, con espesores no inferiores a 20 cm.

2.3.3. ZAHORRA ARTIFICIAL

Se trata de un material granular de geometría continua procedente de cantera o grava natural. Al estar compuesta por partículas de todos los tamaños es posible obtener una compacidad elevada, aumentando los puntos de contacto de las partículas entre sí y disminuyendo el riesgo de atrición. Los áridos de machaqueo tienen un mayor número de caras de fractura, lo que consigue aumentar la rigidez de su esqueleto mineral. Este material deberá estar exento de cualquier materia que pueda afectar la durabilidad de la capa.

El coeficiente de desgaste de Los Ángeles debe ser inferior a 30, con un coeficiente de limpieza que no será inferior a dos (2) y el material no plástico.

La zavorra artificial se prepara en central, se transporta hasta el lugar de empleo previamente preparado, se extiende y compacta, humedeciéndolo caso de ser necesario.

2.3.4. RIEGO DE ADHERENCIA

El apartado 6.2.1.5 de la norma 6.1-IC establece que entre dos capas sucesivas de mezcla bituminosa se ejecute un riego de adherencia acorde con lo indicado en el artículo 531 del PG-3, con una dotación mínima de betún residual de 0,25 kg/m² cuando la capa superior sea una mezcla discontinua en caliente y 0,20 kg/m² en el resto. La correcta ejecución de estos riegos es fundamental para el buen comportamiento del firme.

Se ha previsto la ejecución de estos riegos mediante el empleo de una emulsión modificada con polímeros C60BP3 ADH bajo la capa de rodadura y una emulsión C60B3 ADH en el resto de los casos.

2.3.5. RIEGO DE CURADO

Sobre las capas tratadas con un conglomerante hidráulico y al objeto de impermeabilizar toda la superficie y evitar la evaporación del agua necesaria para el correcto fraguado se aplicará un riego de curado según lo indicado en el artículo 532 del PG-3.

El tipo de emulsión bituminosa a emplear será emulsión C60B3 CUR o C60B2 CUR.

La dotación de emulsión bituminosa a utilizar deberá garantizar la formación de una película continua, uniforme e impermeable y no será inferior a 0,30 kg/m² de betún residual.

2.3.6. RIEGO DE IMPRIMACIÓN

La norma 6.1-IC especifica que sobre la capa granular que vaya a recibir una capa de mezcla bituminosa o un tratamiento superficial deberá previamente efectuarse un riego de imprimación cuya correcta ejecución es fundamental para el buen comportamiento del firme.

Se prevé el empleo de una emulsión C50BF4 IMP.

3. SOLUCIONES DEL CATÁLOGO DE FIRMES

3.1. SECCIONES CON TRÁFICO T00

En función de los factores de dimensionamiento se seleccionan las secciones de firme adecuadas para el tramo de autovía proyectada. En el catálogo de secciones de firme de la Norma 6.1-I.C., se representan por cuatro dígitos correspondientes a los siguientes tres factores:

- Categoría de tráfico pesado (00)
- Explanada de categoría E3 (3)
- Materiales a emplear bajo la base, zahorra artificial (1), suelo-cemento (2) o grava-cemento (3), si bien estas últimas no se consideran.

Con lo dicho anteriormente las secciones de firme a estudiar son:

Sección sobre explanada E3

0031		0032	
MBC.	35	MBC	25
ZA	25	SC	30

Donde

- MBC mezcla bituminosa en caliente.
- ZA zahorra artificial.
- SC suelocemento

Las dos posibles secciones de firme para cada categoría de explanada son flexibles, en mayor grado las terminadas en 1. Técnicamente los firmes con base de zahorra garantizan un mejor drenaje de las calzadas, por lo que son interesantes cuando el nivel freático es alto en las zonas de desmonte, y un mayor espesor de material granular posibilita una mejor adaptación a los asientos del terreno.

Las ventajas que presentan los firmes con suelo cemento son una mejora estructural de la explanada, ya que se disminuye la sensibilidad a la acción del agua y se aumenta la resistencia de la sub-base al poderse compactar mejor, y permite disminuir el espesor de la mezcla bituminosa, con lo que suelen ser secciones más ventajosas económicamente.

Las dos secciones están diseñadas en la Instrucción 6.1-I.C. para un periodo de servicio de 20 años.

3.2. SECCIONES CON TRÁFICO T0

En función de los factores de dimensionamiento se seleccionan las secciones de firme adecuadas para el tramo de autovía proyectada. En el catálogo de secciones de firme de la Norma 6.1-I.C., se representan por tres dígitos correspondientes a los siguientes tres factores:

- Categoría de tráfico pesado (0)
- Explanada de categoría E3 (3)
- Materiales a emplear bajo la base, zahorra artificial (1), suelo-cemento (2) o grava-cemento (3), si bien estas últimas no se consideran.

Con lo dicho anteriormente las secciones de firme a estudiar son:

Sección sobre explanada E3

031		032	
MBC.	30	MBC	20
ZA	25	SC	25

Donde

- MBC mezcla bituminosa en caliente.
- ZA zahorra artificial.
- SC suelocemento

Las ventajas de cada solución son las mencionadas en el apartado anterior.

3.3. SECCIONES CON TRÁFICO T1

En función de los factores de dimensionamiento se seleccionan las secciones de firme adecuadas para el tramo de autovía proyectada. En el catálogo de secciones de firme de la Norma 6.1-I.C., se representan por tres dígitos correspondientes a los siguientes tres factores:

- Categoría de tráfico pesado (1)
- Explanada de categoría E3 (3)
- Materiales a emplear bajo la base, zahorra artificial (1), suelo-cemento (2) o grava-cemento (3), si bien estas últimas no se consideran.

Con lo dicho anteriormente las secciones de firme a estudiar son:

Sección sobre explanada E3

131		132	
MBC.	25	MBC	20
ZA	25	SC	20

Donde

- MBC mezcla bituminosa en caliente.
- ZA zahorra artificial.
- SC suelocemento

Las dos posibles secciones de firme son flexibles, en mayor grado las terminadas en 1. Técnicamente los firmes con base de zahorra garantizan un mejor drenaje de las calzadas, por lo que son interesantes cuando el nivel freático es alto en las zonas de desmonte, y un mayor espesor de material granular posibilita una mejor adaptación a los asientos del terreno.

Las ventajas que presentan los firmes con suelo cemento son una mejora estructural de la explanada, ya que se disminuye la sensibilidad a la acción del agua y se aumenta la resistencia de la sub-base al poderse compactar mejor, y permite disminuir el espesor de la mezcla bituminosa, con lo que suelen ser secciones más ventajosas económicamente.

Las dos secciones están diseñadas en la Instrucción 6.1-I.C. para un periodo de servicio de 20 años.

3.4. SECCIONES CON TRÁFICO T2

Con los mismos condicionantes respecto a los materiales tenidos en cuenta para el firme del tronco las secciones del catálogo de la norma 6.1-IC que se estudian son:

Sección sobre explanada E3

231		232	
MBC.	20	MBC	15
ZA	25	SC	20

Donde

- MBC mezcla bituminosa en caliente.
- ZA zahorra artificial.
- SC suelocemento

3.5. SECCIONES CON TRÁFICO T31

Con los mismos condicionantes respecto a los materiales tenidos en cuenta para el firme del tronco las secciones del catálogo de la norma 6.1-IC que se estudian son:

Sección sobre explanada E3

3131		3132	
MBC.	16	MBC	12
ZA	25	SC	22

Donde

- MBC mezcla bituminosa en caliente.
- ZA zahorra artificial.
- SC suelocemento

4. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

4.1. PRECIOS UNITARIOS

La evaluación económica de cada una de las secciones se realiza a partir de precios de unidades de obra que en ningún caso son contractuales. El precio contractual de dichas unidades aparece recogido en el anejo de justificación de precios y su única función en este apartado es la de realizar una evaluación económica de las distintas secciones permitiendo la elección de una de ellas. Los precios y unidades empleadas en la evaluación económica son los siguientes:

4.1.1. PRECIOS PARA LA FORMACIÓN DE EXPLANADA

UD	CONCEPTO	PRECIO (Euros)
m ³	Suelo seleccionado	5,50
m ³	Suelo adecuado	4,70
m ³	Suelo estabilizado S-EST1	5,30

UD	CONCEPTO	PRECIO (Euros)
m ³	Suelo estabilizado S-EST2	6,00
m ³	Suelo estabilizado S-EST3	7,00

4.1.2. PRECIOS PARA LA SECCIÓN DE FIRMES

UD	CONCEPTO	PRECIO (Euros)
m ³	Zahorra artificial bajo el firme	17,50
m ³	Zahorra artificial drenante	17,80
t	Mezcla bituminosa drenante PA 11	37,91
t	Mezcla bituminosa en caliente AC22 bin S	23,30
t	Mezcla bituminosa en caliente AC22 base G	22,50
t	Betún asfáltico convencional	480,00
t	Betún asfáltico modificado	540,00
t	Filler	71,18
m ³	Suelo cemento	17,00
t	Cemento	71,18
m ²	Riego de imprimación sobre capa granular (1,00 kg/m ²)	0,32
m ²	Riego de curado (0,80 kg/m ²)	0,26
m ²	Riego de adherencia mod. bajo capa de rodadura (0,6 kg/m ²)	0,23
m ²	Riego de adherencia bajo capa intermedia o base (0,5 kg/m ²)	0,17

4.1.3. VALORACIÓN DE LA EXPLANADA

Puesto que la valoración de explanadas se realizaría únicamente a efectos de comparación entre unas soluciones y otras y solo se ha optado por el tipo E3, no es necesario calcular este coste.

4.2. VALORACIÓN DE LAS SECCIONES DE FIRME

En el apéndice nº 2 *Valoración económica de las secciones de firme* se recoge un cálculo detallado de las mediciones necesarias para ejecutar un metro de calzada de

autovía en cada una de las alternativas estudiadas y el coste que presentan de acuerdo con los precios establecidos en el apartado 4.1 *PRECIOS UNITARIOS* de este anejo.

Las consideraciones que se han tenido en cuenta para el estudio de cada sección han sido:

1. Las capas de rodadura e intermedia del arcén serán prolongación de las dispuestas en las calzadas. El espesor de mezcla bituminosa no bajará de 15 cm sobre zahorra artificial o 10 cm sobre suelocemento.
2. Se consideran los solapes necesarios entre cada capa de firme: 0,05 m en capas bituminosas, 0,07 sobre materiales estabilizados y 0,10 m en capas granulares.
3. Se consideran las siguientes densidades y dotaciones de la mezcla bituminosa a emplear:

Mezcla	Densidad (t/m ³)	Dotación mínima ligante (%)
PA 11	2,00	4,30
AC22 S	2,40	4,00
AC22 G	2,42	4,00

4. En capa de rodadura se utilizarán mezclas tipo drenante por sus mejores propiedades fonoabsorbentes y ventajas en caso de lluvia.

En los siguientes apartados se recoge un cuadro comparativo del coste de las alternativas estudiadas para cada categoría de tráfico.

4.2.1. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T00

Se consideran las secciones 0031 y 0032 para explanada E3. Se considera según la Norma 6.1-I.C. que las capas de rodadura e intermedia se prolongan bajo el arcén.

Las secciones de firme están formadas por las siguientes capas:

- Sección 0031 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T00, compuesta por:
 - Rodadura (PA-11) 4,00 cm

- Intermedia (AC22 bin S) 16,00 cm (en dos capas de 8 + 8 cm)
- Base (AC22 base G) 15,00 cm
- Zahorra artificial 25,00 cm
- Zahorra artificial 40,00 cm (bajo el arcén)
- Sección 0032 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T00, compuesta por:
 - Rodadura (PA-11) 4,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 7,00 cm
 - Base (AC22 base G) 14,00 cm
 - Suelo-cemento 30,00 cm
 - Suelo cemento 44,00 cm (bajo el arcén)

A continuación se presenta un cuadro resumen del presupuesto, en euros, estimado para cada metro de calzada:

				TRÁFICO T00				
				EXPLANADA E3				
				Sección 0031		Sección 0032		
			PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste	
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	4.182	97.44	1.806	42.08
	t	MBC	AC22 base G	22.50	3.213	72.28	2.900	65.25
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asfáltico	BC35/50	480.00	0.296	141.97	0.188	90.36
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.349	24.82	0.232	16.49
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	10.840	1.79	8.370	1.38
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	11.450	3.66	11.150	3.57
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.410	3.01
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	3.852	65.48
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.231	16.45
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.363	41.34	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....					441.72		351.36	

Como se puede ver, el coste de las secciones tipo 2 (con suelo-cemento) es menor que las tipo 1 (con zahorra).

4.2.2. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T0

Se consideran las secciones 031 y 032 para explanada E3. Se considera según la Norma 6.1-I.C. que las capas de rodadura e intermedia se prolongan bajo el arcén.

Las secciones de firme están formadas por las siguientes capas:

- Sección 031 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T0, compuesta por:
 - Rodadura (PA-11) 4,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 11,00 cm (en dos capas de 5 + 6 cm)
 - Base (AC22 base G) 15,00 cm
 - Zahorra artificial 25,00 cm
 - Zahorra artificial 40,00 cm (bajo el arcén)
- Sección 032 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T1, compuesta por:
 - Rodadura (PA-11) 4,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 6,00 cm
 - Base (AC22 base G) 10,00 cm
 - Suelo-cemento 25,00 cm
 - Suelo cemento 35,00 cm (bajo el arcén)

A continuación se presenta un cuadro resumen del presupuesto, en euros, estimado para cada metro de calzada:

				TRÁFICO T0				
				EXPLANADA E3				
				Sección 031		Sección 032		
			PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste	
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	2.863	66.71	1.547	36.03
	t	MBC	AC22 base G	22.50	3.176	71.47	2.057	46.28
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asfáltico	BC35/50	480.00	0.242	115.95	0.144	69.19
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.289	20.59	0.187	13.28
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	10.780	1.78	8.350	1.38
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	11.350	3.63	11.050	3.54
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.310	2.99
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	3.130	53.20
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.188	13.37
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.338	40.91	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....					379.45		286.54	

Como se puede ver, el coste de las secciones tipo 2 (con suelo-cemento) es menor que las tipo 1 (con zahorra).

4.2.3. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T1

Se consideran las secciones 131 y 132 para explanada E3. Se considera según la Norma 6.1-I.C. que las capas de rodadura e intermedia se prolongan bajo el arcén.

Las secciones de firme están formadas por las siguientes capas:

- Sección 131 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T1, compuesta por:
 - Rodadura (PA-11) 4,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 11,00 cm (en dos capas de 5 + 6 cm)
 - Base (AC22 base G) 10,00 cm
 - Zahorra artificial 25,00 cm
 - Zahorra artificial 35,00 cm (bajo el arcén)
- Sección 132 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T1, compuesta por:

- Rodadura (PA-11) 4,00 cm
- Intermedia (AC22 bin S) 6,00 cm
- Base (AC22 base G) 10,00 cm
- Suelo-cemento 20,00 cm
- Suelo cemento 30,00 cm (bajo el arcén)

A continuación se presenta un cuadro resumen del presupuesto, en euros, estimado para cada metro de calzada:

				TRÁFICO T1				
				EXPLANADA E3				
				Sección 131		Sección 132		
			PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste	
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	2.863	66.71	1.547	36.03
	t	MBC	AC22 base G	22.50	2.105	47.37	2.057	46.28
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asfáltico	BC35/50	480.00	0.199	95.39	0.144	69.19
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.246	17.54	0.187	13.28
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	10.780	1.78	8.350	1.38
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	11.250	3.60	11.050	3.54
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.310	2.99
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	2.545	43.27
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.153	10.87
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.313	40.47	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....					331.27		274.11	

Como se puede ver, el coste de las secciones tipo 2 (con suelo-cemento) es menor que las tipo 1 (con zahorra)..

4.2.4. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T2

Se consideran las secciones 231 y 232 para explanada E3. Se considera según la Norma 6.1-I.C. que las capas de rodadura e intermedia se prolongan bajo el arcén.

Las secciones de firme están formadas por las siguientes capas:

- Sección 231 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T2, compuesta por:

- Rodadura (PA-11) 4,00 cm
- Intermedia (AC22 bin S) 6,00 cm
- Base (AC22 base G) 10,00 cm
- Zahorra artificial 25,00 cm
- Zahorra artificial 35,00 cm (bajo el arcén)
- Sección 232 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T2, compuesta por:
 - Rodadura (PA-11) 4,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 11,00 cm
 - Suelo-cemento 20,00 cm
 - Suelo cemento 20,00 cm (bajo el arcén)

A continuación se presenta un cuadro resumen del presupuesto, en euros, estimado para cada metro de calzada:

				TRÁFICO T2				
				EXPLANADA E3				
				Sección 231		Sección 232		
			PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste	
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	1.547	36.03	2.849	66.37
	t	MBC	AC22 base G	22.50	2.057	46.28	-	-
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asfáltico	BC50/70	480.00	0.144	69.19	0.114	54.69
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.187	13.28	0.162	11.50
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	8.350	1.38	8.450	1.39
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	11.050	3.54	10.950	3.50
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.210	2.96
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	2.268	38.56
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.136	9.69
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.263	39.59	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....					267.71		235.95	

Al igual que en el caso anterior, las secciones de firme con suelo-cemento tienen un coste menor que las secciones con zahorra.

4.2.5. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SECCIONES CON TRÁFICO T31

Se consideran las secciones 3131 y 3132 para explanada E3. Se considera según la Norma 6.1-I.C. que las capas de rodadura e intermedia se prolongan bajo el arcén.

Las secciones de firme están formadas por las siguientes capas:

- Sección 3131 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T31, compuesta por:
 - Rodadura (PA-11) 4,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 5,00 cm
 - Base (AC22 base G) 7,00 cm
 - Zahorra artificial 25,00 cm
 - Zahorra artificial 32,00 cm (bajo el arcén)
- Sección 3132 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T31, compuesta por:
 - Rodadura (PA-11) 4,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 8,00 cm
 - Suelo-cemento 22,00 cm
 - Suelo cemento 22,00 cm (bajo el arcén)

A continuación se presenta un cuadro resumen del presupuesto, en euros, estimado para cada metro de calzada:

				TRÁFICO T31				
				EXPLANADA E3				
				Sección 3131		Sección 3132		
			PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste	
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	1.288	30.00	2.066	48.14
	t	MBC	AC22 base G	22.50	1.431	32.21	-	-
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asfáltico	BC35/50	480.00	0.109	52.21	0.083	39.67
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.150	10.69	0.127	9.05
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	8.330	1.37	8.390	1.38
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	10.970	3.51	10.890	3.48
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.150	2.94
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	2.486	42.26
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.149	10.62
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.243	39.24	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....					227.64		204.83	

Al igual que en el caso anterior, las secciones de firme con suelo-cemento tienen un coste menor que las secciones con zahorra.

4.2.6. COSTES DE CONSERVACIÓN

Todas las secciones consideradas son flexibles; presentan capa de rodadura e intermedia de mezclas bituminosa sobre una base compuesta también por mezcla bituminosa. La diferencia entre una y otra se localiza en la capa sub-base. Las secciones acabadas en 1 presentan una sub-base granular, mientras que en las acabadas en 2 la sub-base es de suelo cemento.

En estas circunstancias no se pueden establecer a priori diferencias considerables en conservación. En ambos casos el fallo estructural del firme se puede producir por fisuración de sus capas bituminosas por fatiga o por deformaciones excesivas. También, aunque sea más característico de climas muy fríos, puede considerarse la fisuración por retracción térmica.

Todas las secciones consideradas presentan similares condiciones de deterioro y, por tanto, no procede incluir los costes de conservación en el análisis comparativo de los costes del firme, puesto que no resultan determinantes en la selección de una u otra opción.

4.3. VALORACIÓN CONJUNTA FIRME-EXPLANADA

El objeto de esta valoración es determinar la sección de menor coste de construcción considerando de manera conjunta la explanada y el firme.

Puesto que solo se ha considerado una opción para la explanada, E3, la sección de menor coste será la que resulta con menor coste de firme puesto que la explanada es la misma para todos los casos.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

5.1. SECCIONES CON TRÁFICO T00

Entre las secciones propuestas por la Instrucción 6.1-I.C. para un firme que soporte una categoría de tráfico pesado T00, se ha elegido la sección 0032 sobre explanada E3 debido a las siguientes razones:

- La categoría de explanada ha de ser E3.
- Del estudio económico anterior se deduce que esta sección resulta más económica que las demás contempladas.
- Es posible encontrar el tipo de material necesario para su ejecución en las proximidades de la obra.
- Tiene comportamiento homogéneo con los restantes tramos de la M-40.
- Existe abundante experiencia en el uso de secciones de firme con sub-base de suelocemento.

El esquema de las capas que componen la sección de firme y explanada, sobre desmonte o terraplén, es el siguiente:

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	7 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	7 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base G	14 cm	SUBBASE SUELOCIMIENTO SC-20	44 cm
	SUBBASE SUELOCIMIENTO SC-40	30 cm		
EXPLANADA E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	50 cm	S-EST 1	50 cm
SUELO MARGINAL				

5.2. SECCIONES CON TRÁFICO T0

Entre las secciones propuestas por la Instrucción 6.1–I.C. para un firme que soporte una categoría de tráfico pesado T0, se ha elegido la sección 032 sobre explanada E3 debido a las siguientes razones:

- Del estudio económico anterior se deduce que esta sección resulta más económica que las demás contempladas.
- Es posible encontrar el tipo de material necesario para su ejecución en las proximidades de la obra.
- Tiene comportamiento homogéneo con los restantes tramos de la M-40.
- Existe abundante experiencia en el uso de secciones de firme con sub-base de suelocemento.

El esquema de las capas que componen la sección de firme y explanada, sobre desmonte o terraplén, es el siguiente:

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	6 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	6 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base G	10 cm	SUBBASE SUELOCIMIENTO SC-20	35 cm
	SUBBASE SUELOCIMIENTO SC-40	25 cm		
EXPLANADA E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	50 cm	S-EST 1	50 cm
SUELO MARGINAL				

5.3. SECCIONES CON TRÁFICO T1

Entre las secciones propuestas por la Instrucción 6.1–I.C. para un firme que soporte una categoría de tráfico pesado T1, se ha elegido la sección 132 sobre explanada E3, por los mismos motivos expuestos en el caso anterior. Además, esta solución cuenta con la ventaja de ser similar en su composición a la del tronco y vías colectoras, aspecto importante a la hora de seleccionar el firme en los ramales de enlace.

El esquema de las capas que componen la sección de firme y explanada, sobre desmonte o terraplén, es el siguiente:

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm
CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	6 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	6 cm	
CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base G	10 cm	SUBBASE SUELOCIMENTO SC-20	30 cm	
SUBBASE SUELOCIMENTO SC-40	20 cm			
EXPLANADA E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	50 cm	S-EST 1	50 cm
SUELO MARGINAL				

5.4. SECCIONES CON TRÁFICO T2

Entre las secciones propuestas por la Instrucción 6.1-I.C. para un firme que soporte una categoría de tráfico pesado T2, se ha elegido la sección 232 sobre explanada E3, por los mismos motivos expuestos en los casos anteriores.

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm
CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	11 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	11 cm	
SUBBASE SUELOCIMENTO SC-40	20 cm	SUBBASE SUELOCIMENTO SC-20	20 cm	
EXPLANADA E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	50 cm	S-EST 1	50 cm
SUELO MARGINAL				

5.1. SECCIONES CON TRÁFICO T31

Entre las secciones propuestas por la Instrucción 6.1-I.C. para un firme que soporte una categoría de tráfico pesado T31, se ha elegido la sección 3132 sobre explanada E3, por los mismos motivos expuestos en los casos anteriores.

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm
CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	8 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin S	8 cm	
SUBBASE SUELOCIMENTO SC-40	22 cm	SUBBASE SUELOCIMENTO SC-20	22 cm	
EXPLANADA E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	50 cm	S-EST 1	50 cm
SUELO MARGINAL				

5.2. ESTRUCTURAS

En viaductos y tableros de pasos inferiores y superiores la solución de firme consiste en una capa de rodadura de 4 cm de espesor de mezcla drenante tipo PA-11 y una capa de 4 cm de AC16 bin S, previa impermeabilización del tablero mediante mastic bituminoso.

Para la impermeabilización de los tableros de las estructuras, se utilizará mastic bituminoso en frío constituido por la combinación de un agregado mineral fino bien graduado, filler, polvo de celulosa y una emulsión bituminosa aniónica de rotura lenta.

FIRME	CALZADA Y ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11	4 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC 22 bin S	4 cm
IMPERMEABILIZACIÓN MASTIC BITUMINOSO EN FRÍO		
TABLERO		

5.3. SECCIONES URBANAS

En los viales urbanos (Avda. Arcentales y conexión con Avda. de Luis Aragonés) se han diseñado secciones del mismo tipo que en el proyecto de urbanización de la zona (actualmente en ejecución) e incluidas en las NEC (Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización aprobadas por el Ayuntamiento de Madrid).

En dicho proyecto se ha preferido dimensionar una base de hormigón debido a la existencia de servicios urbanos, por lo que, en los viales urbanos mencionados, se ha mantenido este mismo criterio. Esta base estará recubierta por dos capas de mezcla bituminosa en caliente según las secciones correspondientes con las categorías de tráfico A o B, (secciones 1-A o 1-B) incluidas en las NEC del Ayuntamiento de Madrid.

Al igual que el proyecto de urbanización, se mantiene la mejora de explanada mediante estabilización, en nuestro caso con cemento, y se elimina la subbase formada por arena de miga, apoyando el firme de hormigón directamente sobre la E-3. De esta manera se proyecta la misma explanada para todos los viales del presente proyecto.

En el apéndice nº 3 se incluye el criterio para la determinación de la categoría de tráfico y las secciones incluidas en las citadas NEC.

SECCIÓN 1-A		
FIRME	CALZADA Y ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. AC 16 surf S	5 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC 22 bin S	7 cm
	BASE DE HORMIGÓN TIPO HM-12,5.	28 cm
EXPLANADA E3	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	50 cm
MARGINAL		

SECCIÓN 1-B		
FIRME	CALZADA Y ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. AC 16 surf S	5 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC 22 bin S	7 cm
	BASE DE HORMIGÓN TIPO HM-12,5.	23 cm
EXPLANADA E3	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	50 cm
MARGINAL		

5.4. ZONAS M-40 AFECTADAS POR LOS ACCESOS

Aunque el tráfico generado por el estadio no afecta a la categoría de este sobre la M-40 se ha considerado, de cara a dotar a toda la calzada de unas características

uniformes y poder ejecutar la nueva señalización horizontal en condiciones óptimas, que en las zonas afectadas se colocará una capa de rodadura que cubra completamente a las partes nueva y existente de cada sección.

6. NORMATIVA EMPLEADA

La normativa utilizada para la redacción de este anejo ha sido la siguiente:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG3).
- Norma 6.1-I.C sobre "Secciones de Firme" entrada en vigor en diciembre de 2003.
- 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.
- Orden Circular 306/1989 P y P Calzadas de servicio y accesos a zonas de servicio.
- Orden Circular 20/2006 sobre recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos.
- Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).
- Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 sobre "Accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicio" (BOE de 24 de enero de 1.998).
- Nota de Servicio 5/2006 del Ministerio de Fomento sobre "Explicaciones y capas de firme tratadas con cemento".

- Orden Circular 21bis/2009 de 23 de marzo de 2009 sobre betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación in situ y almacenamiento en obra

APÉNDICE N° 1. JUSTIFICACIÓN DE LAS DENSIDADES DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS

		Pesos específicos:				
		Árido:	2.70	T/m ³		
		Betún:	1.034	T/m ³		
		Mezcla	PA 11	AC22 bin S	AC22 base G	AC16 surf S
		Capa	Rodadura	Intermedia	Base	Rodadura
% de huecos	mín.		20.00%	4.00%	4.00%	4.00%
	máx.		22.00%	6.00%	7.00%	6.00%
% de filler/áridos	mín.		3.00%	3.00%	2.00%	3.00%
	máx.		6.00%	7.00%	5.00%	7.00%
Relación filler/ligante			1.0	1.1	1.0	1.2
Peso de ligante			88.8	99.3	100.2	112.3
Peso de áridos	mín.		1,480.00	1,560.43	2,004.00	1,925.14
	máx.		2,960.00	3,641.00	5,010.00	4,492.00
Relación ligante/áridos	mín.		3.00%	2.73%	2.00%	2.50%
	máx.		6.00%	6.36%	5.00%	5.83%
Peso total	mín.		1,568.80	1,659.73	2,104.20	2,037.44
	máx.		3,048.80	3,740.30	5,110.20	4,604.30
Volumen de ligante			85.880	96.035	96.905	108.607
Volumen de áridos	mín.		548.148	577.937	742.222	713.016
	máx.		1096.296	1348.519	1855.556	1663.704
Volumen de materiales	mín.		634.028	673.971	839.127	821.623
	máx.		1,182.18	1,444.55	1,952.46	1,772.31
Volumen total	mín ₁		792.535	702.053	874.091	855.858
	mín ₂		812.857	716.991	902.288	874.067
	máx ₁		1,477.720	1,504.743	2,033.813	1,846.157
	máx ₂		1,515.611	1,536.759	2,099.420	1,885.437
Densidad de la mezcla	mín.		1.93	2.31	2.33	2.33
	med.		2.00	2.40	2.42	2.41
	máx.		2.06	2.49	2.51	2.49

APÉNDICE N° 2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS SECCIONES DE FIRME

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T00	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

0031

	Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobrean. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² imprimacion	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036		10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.08	0.05	10.760	0.861	2.400	0.0400	2.066	0.083		10.840
		AC22 bin S	0.08	0.05	11.020	0.882	2.400	0.0400	2.116	0.085	2.450	8.650
	Base	AC22 base G	0.15	0.10	8.850	1.328	2.420	0.0400	3.213	0.129	9.000	
	Zahorra Artificial		0.25		9.450	2.363						
Arcén	Zah.Artific.Drenante		0.15	0.10	2.600	0.390						
	Zah.Artific.Drenante		0.25	0.00	2.500	0.625						

VALORACION

	Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	PA-11	0.843	25.30	195.01
	Intermedia	AC22 bin S	4.182	97.44	
	Base	AC22 base G	3.213	72.28	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0.036	19.58	161.55
	Intermedia	BC35/50	0.167	80.29	
	Base	BC35/50	0.129	61.68	
t filler	Rodadura	CEM I/B-M 32,5 N	0.036	2.58	24.82
	Intermedia	CEM I/B-M 32,5 N	0.184	13.10	
	Base	CEM I/B-M 32,5 N	0.129	9.15	
m³ zahorra artificial	Calzada	ZA	2.363	41.34	41.34
m³ zah. artific. dren.	Arcén	ZAD	0.625	11.13	11.13
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10.580	2.41	4.20
	Interm-Base	C60B3 ADH	10.840	1.79	
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	9.000	2.88	3.66
	Arcén	C50BF4 IMP	2.450	0.78	
TOTAL FIRME.....					441.72

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T00	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

0032

	Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobrean. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² curado	m² imprimacion	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036			10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.07	0.05	10.750	0.753	2.400	0.0400	1.806	0.072		2.450	8.370
	Base	AC22 base G	0.14	0.07	8.560	1.198	2.420	0.0400	2.900	0.116		8.700	
	Suelo-cemento		0.30		9.140	2.742					8.840		
Arcén	Suelo-cemento		0.14	0.07	2.570	0.360					2.570		
	Suelo-cemento		0.30	0.00	2.500	0.750							

VALORACION

	Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura PA-11	0.843	30.00	25.30	
	Intermedia AC22 bin S	1.806	23.30	42.08	
	Base AC22 base G	2.900	22.50	65.25	132.63
t betún asfáltico	Rodadura PBMC 45/80-65	0.036	540.00	19.58	
	Intermedia BC35/50	0.072	480.00	34.68	
	Base BC35/50	0.116	480.00	55.68	109.94
t filler	Rodadura CEM II/B-M 32,5 N	0.036	71.18	2.58	
	Intermedia CEM II/B-M 32,5 N	0.079	71.18	5.66	
	Base CEM II/B-M 32,5 N	0.116	71.18	8.26	16.49
m³ suelo-cemento	Calzada SC	2.742	17.00	46.61	46.61
	Arcén SC	1.110	17.00	18.87	18.87
t cemento	Calzada CEM II/B-M 32,5 N	0.165	71.18	11.71	11.71
	Arcén CEM II/B-M 32,5 N	0.067	71.18	4.74	4.74
m² riego adherencia	Rodad-Interm. C60BP3 ADH	10.580	0.23	2.41	
	Interm-Base C60B3 ADH	8.370	0.17	1.38	3.79
m² riego imprimación	Calzada C50BF4 IMP	8.700	0.32	2.78	
	Arcén C50BF4 IMP	2.450	0.32	0.78	3.57
m² riego curado	Calzada C60B3 CUR	8.840	0.26	2.33	
	Arcén C60B3 CUR	2.570	0.26	0.68	3.01
TOTAL FIRME.....					351.36

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

RESUMEN COMPARATIVO. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL FIRME (POR METRO DE CALZADA)

					TRÁFICO T00			
					EXPLANADA E3			
					Sección 0031		Sección 0032	
				PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	4.182	97.44	1.806	42.08
	t	MBC	AC22 base G	22.50	3.213	72.28	2.900	65.25
	t	Betún asphaltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asphaltico	BC35/50	480.00	0.296	141.97	0.188	90.36
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.349	24.82	0.232	16.49
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	10.840	1.79	8.370	1.38
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	11.450	3.66	11.150	3.57
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.410	3.01
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	3.852	65.48
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.231	16.45
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.363	41.34	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						441.72		351.36

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T0	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

031

	Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobrean. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² imprimacion	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036		10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.05	0.05	10.730	0.537	2.400	0.0400	1.288	0.052		10.780
		AC22 bin S	0.06	0.05	10.940	0.656	2.400	0.0400	1.575	0.063	2.450	8.550
	Base	AC22 base G	0.15	0.10	8.750	1.313	2.420	0.0400	3.176	0.127	8.900	
	Zahorra Artificial		0.25		9.350	2.338						
Arcén	Zah.Artific.Drenante		0.15	0.10	2.600	0.390						
	Zah.Artific.Drenante		0.25	0.00	2.500	0.625						

VALORACION

	Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	PA-11	0.843	25.30	163.47
	Intermedia	AC22 bin S	2.863	66.71	
	Base	AC22 base G	3.176	71.47	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0.036	19.58	135.53
	Intermedia	BC35/50	0.115	54.97	
	Base	BC35/50	0.127	60.98	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0.036	2.58	20.59
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0.126	8.97	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0.127	9.04	
m³ zahorra artificial	Calzada	ZA	2.338	40.91	40.91
m³ zah. artific. dren.	Arcen	ZAD	0.625	11.13	11.13
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10.580	2.41	4.19
	Interm-Base	C60B3 ADH	10.780	1.78	
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	8.900	2.85	3.63
	Arcén	C50BF4 IMP	2.450	0.78	
TOTAL FIRME.....					379.45

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T0	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

032

	Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobrean. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² curado	m² imprimacion	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036			10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.06	0.05	10.740	0.644	2.400	0.0400	1.547	0.062		2.450	8.350
	Base	AC22 base G	0.10	0.07	8.500	0.850	2.420	0.0400	2.057	0.082		8.600	
	Suelo-cemento		0.25		8.990	2.248					8.740		
Arcén	Suelo-cemento		0.10	0.07	2.570	0.257					2.570		
	Suelo-cemento		0.25	0.00	2.500	0.625							

VALORACION

	Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura PA-11	0.843	30.00	25.30	107.61
	Intermedia AC22 bin S	1.547	23.30	36.03	
	Base AC22 base G	2.057	22.50	46.28	
t betún asfáltico	Rodadura PBMC 45/80-65	0.036	540.00	19.58	88.77
	Intermedia BC35/50	0.062	480.00	29.69	
	Base BC35/50	0.082	480.00	39.49	
t filler	Rodadura CEM II/B-M 32,5 N	0.036	71.18	2.58	13.28
	Intermedia CEM II/B-M 32,5 N	0.068	71.18	4.84	
	Base CEM II/B-M 32,5 N	0.082	71.18	5.86	
m³ suelo-cemento	Calzada SC	2.248	17.00	38.21	38.21
	Arcén SC	0.882	17.00	14.99	
t cemento	Calzada CEM II/B-M 32,5 N	0.135	71.18	9.60	9.60
	Arcén CEM II/B-M 32,5 N	0.053	71.18	3.77	
m² riego adherencia	Rodad-Interm. C60BP3 ADH	10.580	0.23	2.41	3.79
	Interm-Base C60B3 ADH	8.350	0.17	1.38	
m² riego imprimación	Calzada C50BF4 IMP	8.600	0.32	2.75	3.54
	Arcén C50BF4 IMP	2.450	0.32	0.78	
m² riego curado	Calzada C60B3 CUR	8.740	0.26	2.31	2.99
	Arcén C60B3 CUR	2.570	0.26	0.68	
TOTAL FIRME.....					286.54

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA**RESUMEN COMPARATIVO. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL FIRME (POR METRO DE CALZADA)**

					TRÁFICO T0			
					EXPLANADA E3			
					Sección 031		Sección 032	
				PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	2.863	66.71	1.547	36.03
	t	MBC	AC22 base G	22.50	3.176	71.47	2.057	46.28
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asfáltico	BC35/50	480.00	0.242	115.95	0.144	69.19
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.289	20.59	0.187	13.28
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	10.780	1.78	8.350	1.38
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	11.350	3.63	11.050	3.54
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.310	2.99
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	3.130	53.20
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.188	13.37
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.338	40.91	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						379.45		286.54

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T1	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

131

	Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobrecan. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² imprimación	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036		10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.05	0.05	10.730	0.537	2.400	0.0400	1.288	0.052		10.780
		AC22 bin S	0.06	0.05	10.940	0.656	2.400	0.0400	1.575	0.063	2.450	8.550
	Base	AC22 base G	0.10	0.10	8.700	0.870	2.420	0.0400	2.105	0.084	8.800	
	Zahorra Artificial		0.25		9.250	2.313						
Arcén	Zah.Artific.Drenante		0.10	0.10	2.600	0.260						
	Zah.Artific.Drenante		0.25	0.00	2.500	0.625						

VALORACION

		Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	PA-11	0.843	30.00	25.30	139.37
	Intermedia	AC22 bin S	2.863	23.30	66.71	
	Base	AC22 base G	2.105	22.50	47.37	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0.036	540.00	19.58	114.97
	Intermedia	BC35/50	0.115	480.00	54.97	
	Base	BC35/50	0.084	480.00	40.42	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0.036	71.18	2.58	17.54
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0.126	71.18	8.97	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0.084	71.18	5.99	
m³ zahorra artificial	Calzada	ZA	2.313	17.50	40.47	40.47
m³ zah. artific. dren.	Arcén	ZAD	0.625	17.80	11.13	11.13
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10.580	0.23	2.41	4.19
	Interm-Base	C60B3 ADH	10.780	0.17	1.78	
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	8.800	0.32	2.82	3.60
	Arcén	C50BF4 IMP	2.450	0.32	0.78	
TOTAL FIRME.....						331.27

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T1	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

132

	Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobrean. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² curado	m² imprimacion	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036			10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.06	0.05	10.740	0.644	2.400	0.0400	1.547	0.062		2.450	8.350
	Base	AC22 base G	0.10	0.07	8.500	0.850	2.420	0.0400	2.057	0.082		8.600	
	Suelo-cemento		0.20		8.940	1.788					8.740		
Arcén	Suelo-cemento		0.10	0.07	2.570	0.257					2.570		
	Suelo-cemento		0.20	0.00	2.500	0.500							

VALORACION

	Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura PA-11	0.843	30.00	25.30	107.61
	Intermedia AC22 bin S	1.547	23.30	36.03	
	Base AC22 base G	2.057	22.50	46.28	
t betún asfáltico	Rodadura PBMC 45/80-65	0.036	540.00	19.58	88.77
	Intermedia BC35/50	0.062	480.00	29.69	
	Base BC35/50	0.082	480.00	39.49	
t filler	Rodadura CEM II/B-M 32,5 N	0.036	71.18	2.58	13.28
	Intermedia CEM II/B-M 32,5 N	0.068	71.18	4.84	
	Base CEM II/B-M 32,5 N	0.082	71.18	5.86	
m³ suelo-cemento	Calzada SC	1.788	17.00	30.40	30.40
	Arcén SC	0.757	17.00	12.87	
t cemento	Calzada CEM II/B-M 32,5 N	0.107	71.18	7.64	7.64
	Arcén CEM II/B-M 32,5 N	0.045	71.18	3.23	
m² riego adherencia	Rodad-Interm. C60BP3 ADH	10.580	0.23	2.41	3.79
	Interm-Base C60B3 ADH	8.350	0.17	1.38	
m² riego imprimación	Calzada C50BF4 IMP	8.600	0.32	2.75	3.54
	Arcén C50BF4 IMP	2.450	0.32	0.78	
m² riego curado	Calzada C60B3 CUR	8.740	0.26	2.31	2.99
	Arcén C60B3 CUR	2.570	0.26	0.68	
TOTAL FIRME.....					274.11

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

RESUMEN COMPARATIVO. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL FIRME (POR METRO DE CALZADA)

					TRÁFICO T1			
					EXPLANADA E3			
					Sección 131		Sección 132	
				PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	2.863	66.71	1.547	36.03
	t	MBC	AC22 base G	22.50	2.105	47.37	2.057	46.28
	t	Betún asfaltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asfaltico	BC35/50	480.00	0.199	95.39	0.144	69.19
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.246	17.54	0.187	13.28
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	10.780	1.78	8.350	1.38
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	11.250	3.60	11.050	3.54
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.310	2.99
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	2.545	43.27
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.153	10.87
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.313	40.47	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						331.27		274.11

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T2	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

231

Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobran. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² imprimacion	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036	10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.06	0.05	10.740	0.644	2.400	0.0400	1.547	0.062	2.450
	Base	AC22 base G	0.10	0.10	8.500	0.850	2.420	0.0400	2.057	0.082	8.600
	Zahorra Artificial		0.25		9.050	2.263					
Arcén	Zah.Artific.Drenante		0.10	0.10	2.600	0.260					
	Zah.Artific.Drenante		0.25	0.00	2.500	0.625					

VALORACION

	Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	PA-11	0.843	25.30	
	Intermedia	AC22 bin S	1.547	36.03	
	Base	AC22 base G	2.057	46.28	107.61
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-60	0.036	19.22	
	Intermedia	BC35/50	0.062	29.69	
	Base	BC35/50	0.082	39.49	88.40
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0.036	2.58	
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0.068	4.84	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0.082	5.86	13.28
m³ zahorra artificial	Calzada	ZA	2.263	39.59	39.59
m³ zah. artific. dren.	Arcén	ZAD	0.625	11.13	11.13
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10.580	2.41	
	Interm-Base	C60B3 ADH	8.350	1.38	3.79
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	8.600	2.75	
	Arcén	C50BF4 IMP	2.450	0.78	3.54
TOTAL FIRME.....					267.34

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T2	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

232

	Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobrean. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² curado	m² imprimacion	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036			10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.11	0.05	10.790	1.187	2.400	0.0400	2.849	0.114		2.450	8.450
	Base	AC22 base G	0.00	0.07	8.500	0.000	2.420	0.0400	0.000	0.000		8.500	
	Suelo-cemento		0.20		8.840	1.768					8.640		
Arcén	Suelo-cemento		0.00	0.07	2.570	0.000					2.570		
	Suelo-cemento		0.20	0.00	2.500	0.500							

VALORACION

	Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura PA-11	0.843	30.00	25.30	
	Intermedia AC22 bin S	2.849	23.30	66.37	
	Base AC22 base G	0.000	22.50	0.00	91.67
t betún asfáltico	Rodadura PBMC 45/80-60	0.036	530.00	19.22	
	Intermedia BC35/50	0.114	480.00	54.69	
	Base BC35/50	0.000	480.00	0.00	73.91
t filler	Rodadura CEM II/B-M 32,5 N	0.036	71.18	2.58	
	Intermedia CEM II/B-M 32,5 N	0.125	71.18	8.92	
	Base CEM II/B-M 32,5 N	0.000	71.18	0.00	11.50
m³ suelo-cemento	Calzada SC	1.768	17.00	30.06	30.06
	Arcén SC	0.500	17.00	8.50	8.50
t cemento	Calzada CEM II/B-M 32,5 N	0.106	71.18	7.55	7.55
	Arcén CEM II/B-M 32,5 N	0.030	71.18	2.14	2.14
m² riego adherencia	Rodad-Interm. C60BP3 ADH	10.580	0.23	2.41	
	Interm-Base C60B3 ADH	8.450	0.17	1.39	3.81
m² riego imprimación	Calzada C50BF4 IMP	8.500	0.32	2.72	
	Arcén C50BF4 IMP	2.450	0.32	0.78	3.50
m² riego curado	Calzada C60B3 CUR	8.640	0.26	2.28	
	Arcén C60B3 CUR	2.570	0.26	0.68	2.96
TOTAL FIRME.....					235.59

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA**RESUMEN COMPARATIVO. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL FIRME (POR METRO DE CALZADA)**

					TRÁFICO T2			
					EXPLANADA E3			
					Sección 231		Sección 232	
				PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	1.547	36.03	2.849	66.37
	t	MBC	AC22 base G	22.50	2.057	46.28	-	-
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asfáltico	BC50/70	480.00	0.144	69.19	0.114	54.69
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.187	13.28	0.162	11.50
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	8.350	1.38	8.450	1.39
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	11.050	3.54	10.950	3.50
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.210	2.96
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	2.268	38.56
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.136	9.69
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.263	39.59	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						267.71		235.95

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T31	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

3131

	Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobrean. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² imprimacion	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036		10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.05	0.05	10.730	0.537	2.400	0.0400	1.288	0.052	2.450	8.330
	Base	AC22 base G	0.07	0.10	8.450	0.592	2.420	0.0400	1.431	0.057	8.520	
	Zahorra Artificial		0.25		8.970	2.243						
Arcén	Zah.Artific.Drenante		0.07	0.10	2.600	0.182						
	Zah.Artific.Drenante		0.25		2.500	0.625						

VALORACION

	Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	PA-11	0.843	25.30	
	Intermedia	AC22 bin S	1.288	30.00	
	Base	AC22 base G	1.431	32.21	87.50
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-60	0.036	19.22	
	Intermedia	BC35/50	0.052	24.72	
	Base	BC35/50	0.057	27.48	71.42
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0.036	2.58	
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0.057	4.03	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0.057	4.08	10.69
m³ zahorra artificial	Calzada	ZA	2.243	39.24	39.24
m³ zah. artific. dren.	Arcén	ZAD	0.625	11.13	11.13
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10.580	2.41	
	Interm-Base	C60B3 ADH	8.330	1.37	3.79
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	8.520	2.73	
	Arcén	C50BF4 IMP	2.450	0.78	3.51
TOTAL FIRME.....					227.28

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

MEDICION DE FIRME POR METRO LINEAL DE CALZADA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría de Tráfico	T31	
Categoría de Explanada	E3	
Sección de calzada	Nº Carriles	2
	Ancho carril (m)	3.50
	Arcén izquierdo (m)	1.00
	Arcén derecho (m)	2.50
	Bermas (m)	1.00

SECCION DE FIRME

3132

	Capas del firme	Tipo	Espesor (m)	Sobrean. (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	P.esp. (t/m3)	Dotación ligante	t mezcla	t betún	m² curado	m² imprimacion	m² adherencia
Calzada	Rodadura	PA-11	0.04	0.05	10.540	0.422	2.000	0.0430	0.843	0.036			10.580
	Intermedia	AC22 bin S	0.08	0.05	10.760	0.861	2.400	0.0400	2.066	0.083		2.450	8.390
	Base	AC22 base G	0.00	0.07	8.440	0.000	2.420	0.0400	0.000	0.000		8.440	
	Suelo-cemento		0.22		8.800	1.936					8.580		
Arcén	Suelo-cemento		0.00	0.07	2.570	0.000					2.570		
	Suelo-cemento		0.22	0.00	2.500	0.550							

VALORACION

	Tipo	Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura PA-11	0.843	30.00	25.30	73.43
	Intermedia AC22 bin S	2.066	23.30	48.14	
	Base AC22 base G	0.000	22.50	0.00	
t betún asfáltico	Rodadura PBMC 45/80-60	0.036	530.00	19.22	58.88
	Intermedia BC35/50	0.083	480.00	39.67	
	Base BC35/50	0.000	480.00	0.00	
t filler	Rodadura CEM II/B-M 32,5 N	0.036	71.18	2.58	9.05
	Intermedia CEM II/B-M 32,5 N	0.091	71.18	6.47	
	Base CEM II/B-M 32,5 N	0.000	71.18	0.00	
m³ suelo-cemento	Calzada SC	1.936	17.00	32.91	32.91
	Arcén SC	0.550	17.00	9.35	9.35
t cemento	Calzada CEM II/B-M 32,5 N	0.116	71.18	8.27	8.27
	Arcén CEM II/B-M 32,5 N	0.033	71.18	2.35	2.35
m² riego adherencia	Rodad-Interm. C60BP3 ADH	10.580	0.23	2.41	3.80
	Interm-Base C60B3 ADH	8.390	0.17	1.38	
m² riego imprimación	Calzada C50BF4 IMP	8.440	0.32	2.70	3.48
	Arcén C50BF4 IMP	2.450	0.32	0.78	
m² riego curado	Calzada C60B3 CUR	8.580	0.26	2.27	2.94
	Arcén C60B3 CUR	2.570	0.26	0.68	
TOTAL FIRME.....					204.47

FIRME DE TRONCO DE AUTOVIA

RESUMEN COMPARATIVO. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL FIRME (POR METRO DE CALZADA)

					TRÁFICO T31			
					EXPLANADA E3			
					Sección 3131		Sección 3132	
				PRECIO UNIT.	Med.	Coste	Med.	Coste
FIRME	t	MBC	PA-11	30.00	0.843	25.30	0.843	25.30
	t	MBC	AC22 bin S	23.30	1.288	30.00	2.066	48.14
	t	MBC	AC22 base G	22.50	1.431	32.21	-	-
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540.00	0.036	19.58	0.036	19.58
	t	Betún asfáltico	BC35/50	480.00	0.109	52.21	0.083	39.67
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	0.150	10.69	0.127	9.05
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0.23	10.580	2.41	10.580	2.41
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0.17	8.330	1.37	8.390	1.38
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0.32	10.970	3.51	10.890	3.48
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0.26	-	-	11.150	2.94
	m ³	Suelo-cemento	SC	17.00	-	-	2.486	42.26
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71.18	-	-	0.149	10.62
	m ³	Zahorra artificial	ZA	17.50	2.243	39.24	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	17.80	0.625	11.13	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						227.64		204.83

APÉNDICE Nº 3. SECCIONES ESTRUCTURALES DE FIRMES AYUNTAMIENTO DE MADRID

SECCIONES ESTRUCTURALES DE FIRMES DE CALZADAS. TIPOS

PV.16.2

	GRUPO 1 - FIRMES MIXTOS	GRUPO 2 - FIRMES RÍGIDOS	GRUPO 3 - FIRMES SEMI-RÍGIDOS	GRUPO 4 - FIRMES FLEXIBLES	GRUPO 5 - ADOQUINADOS
CATEGORÍA A (TRÁFICO PESADO)	<p>1 - A</p>	<p>2 - A</p>	<p>3 - A</p>		
CATEGORÍA B (TRÁFICO MEDIO)	<p>1 - B</p>	<p>2 - B</p>	<p>3 - B</p>	<p>4 - B</p>	
CATEGORÍA C (TRÁFICO LIGERO)	<p>1 - C</p>		<p>3 - C</p>	<p>4 - C</p>	<p>5 - C</p>

• NO ESTÁN REPRESENTADOS LOS RIEGOS DE IMPRIMACIÓN Y ADHERENCIA.

MB:MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE S/ART. 40.63 DEL PCTG.
 PH:PAVIMENTO DE HORMIGÓN $f_{ct,k}=35$ Kp/cm2 S/ART. 40.71 DEL PCGT.
 CN: CAPA DE NIVELACIÓN DE MORTERO M-450 PARA LOS ADOQUINES DE PIEDRA LABRADA O DE ARENA PARA LOS ADOQUINES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN.
 SC: SUELO CEMENTO S/ART. 40.32 DEL PCTG.
 AM: ARENA DE MIGA S/ART. 40.21 DEL PCTG.

BH:BASE DE HORMIGÓN TIPO HM-12,5 S/ART. 40.41 DEL PCTG.
 AP ó AH: ADOQUIN DE PIEDRA LABRADA O ADOQUIN PREFABRICADO DE HORMIGÓN DE 8 cm. ESPESOR MÍNIMO
 GC: GRAVA CEMENTO S/ART. 40.33 DEL PCGT.
 ZA:ZAHORRA ARTIFICIAL S/ART. 40.23 DEL PCGT.
 SA: SUELO ADECUADO COMPACTADO AL 100% DEL PROCTOR NORMAL S/ART. 40.16 DEL PCTG.

Cotas en centímetros