

FASE III. MAQUETA DEL PROYECTO DE TRAZADO

ANEJO N° 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

ÍNDICE

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

10.1. INTRODUCCIÓN 1

10.2. FACTORES DE DIMENSIONAMIENTO 2

10.2.1. CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO.....2

10.2.2. CATEGORÍA DE LA EXPLANADA.....5

10.2.3. MATERIALES PARA LA SECCIÓN DE FIRME7

10.3. SOLUCIONES DEL CATÁLOGO DE FIRMES 11

10.3.1. SECCIONES CON TRÁFICO T00.....11

10.3.2. SECCIONES CON TRÁFICO T0.....12

10.3.3. SECCIONES CON TRÁFICO T1.....12

10.3.4. SECCIONES CON TRÁFICO T2.....13

10.3.5. SECCIONES CON TRÁFICO T31.....13

10.4. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS 13

10.4.1. PRECIOS UNITARIOS.....13

10.4.2. VALORACIÓN DE LAS SECCIONES DE FIRME14

10.5. SECCIÓN DE FIRME EXISTENTE EN LA A2 19

10.6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA..... 20

10.6.1. SECCIONES CON TRÁFICO T00.....20

10.6.2. SECCIONES CON TRÁFICO T0.....20

10.6.1. SECCIONES CON TRÁFICO T1.....21

10.6.2. SECCIONES CON TRÁFICO T2.....22

10.6.3. SECCIONES CON TRÁFICO T31.....22

10.6.4. ESTRUCTURAS.....23

10.6.5. CONEXIONES CON FIRME EXISTENTE.....23

10.7. NORMATIVA EMPLEADA 24

APÉNDICE Nº 1: VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS SECCIONES DE FIRME

ANEJO N° 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

10.1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la selección de la sección de firme más adecuada para el Proyecto “Actuaciones a corto plazo para la mejora de la accesibilidad del transporte público en la Autovía del nordeste, A-2. Tramo: Enlace Arturo Soria a enlace de San Fernando-Coslada “, 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.

10.2. FACTORES DE DIMENSIONAMIENTO

10.2.1. 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 2020. 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 nº 6 *Planeamiento y Tráfico*, en el que se ha realizado un estudio específico del tráfico de vehículos totales y del tráfico de vehículos pesados.

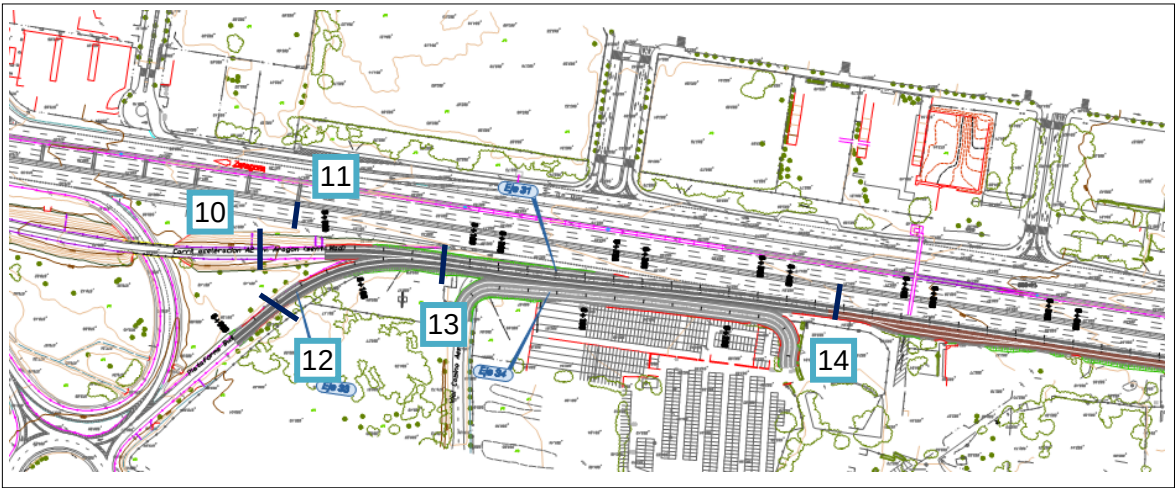
10.2.1.1. DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICOS

De acuerdo con el Anejo nº 6 *Planeamiento y Tráfico* se esperan las siguientes intensidades de vehículos totales y pesados por tramos:

Plataforma reservada

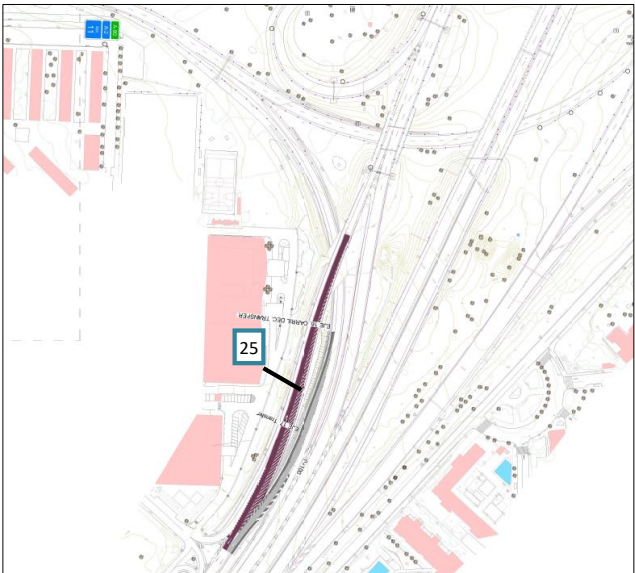
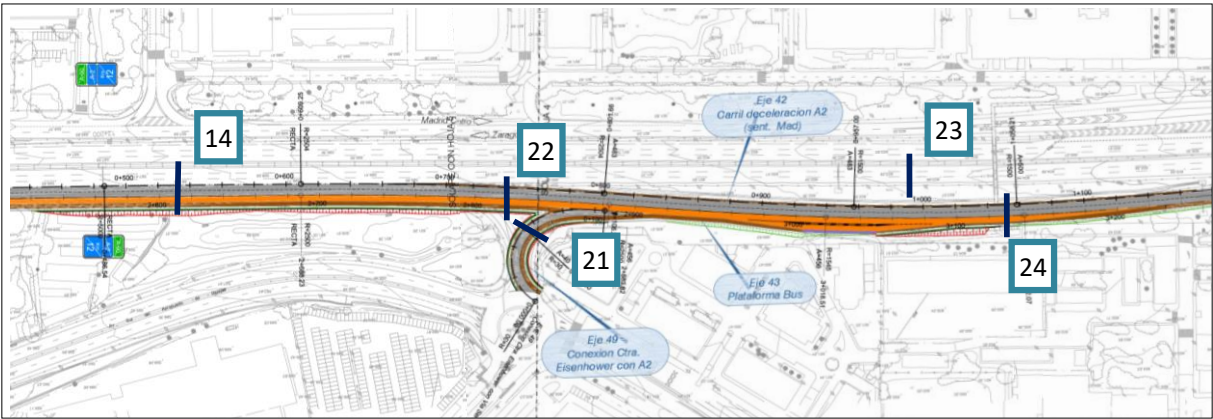
AÑO	IMD (BUS)
2013	962
2020	1.056
2025	1.356
2026	1.375
2027	1.395
2028	1.415
2029	1.436
2030	1.456
2031	1.477
2032	1.499
2033	1.520
2034	1.542
2035	1.564
2036	1.587
2037	1.610
2038	1.633
2039	1.656
2040	1.680
2041	1.704
2042	1.729
2043	1.754
2044	1.779
2045	1.805

Zona Nudo San Fernando



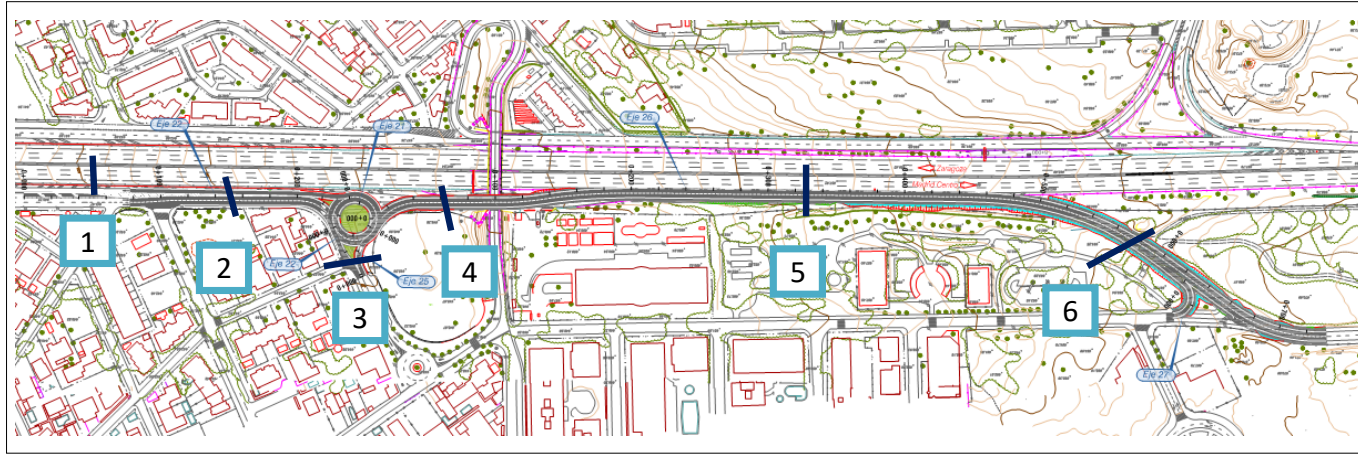
TRAMO	2025			2045		
	IMD TOTAL	IMD LIGEROS	IMD PESADOS	IMD TOTAL	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
10	3.273	2.945	328	4.357	3.920	437
11	69.385	66.595	2.790	92.352	88.639	3.714
12	3.441	3.239	202	4.580	4.312	268
13	6.714	6.183	531	8.936	8.230	706
14	76.112	72.787	3.325	101.306	96.880	4.426

Zona Nudo Eisenhower



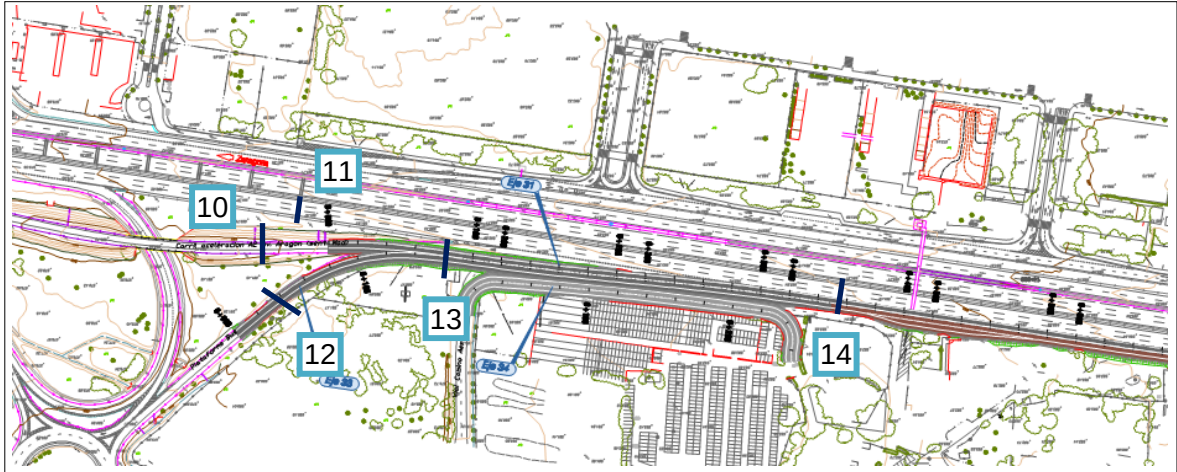
TRAMO	2025			2045		
	IMD TOTAL	IMD LIGEROS	IMD PESADOS	IMD TOTAL	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
21	10.157	7.967	2.190	13.519	10.604	2.915
22	34.900	33.096	1.804	46.452	44.051	2.401
23	41.202	39.681	1.521	54.841	52.816	2.025
24	45.058	41.051	4.007	59.973	54.640	5.333
25	1.934	1.440	494	2.574	1.917	657

Zona Avenida de Logroño



TRAMO	2025			2045		
	IMD TOTAL	IMD LIGEROS	IMD PESADOS	IMD TOTAL	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
1	47.972	45.243	2.729	63.851	60.219	3.632
2	14.330	13.849	481	19.074	18.434	640
3	6.215	6.053	162	8.272	8.057	215
4	18.223	17.641	582	24.255	23.480	775
5	66.194	62.883	3.311	88.106	83.699	4.407
6	8.540	7.668	872	11.367	10.207	1.160

Zona Nudo San Fernando



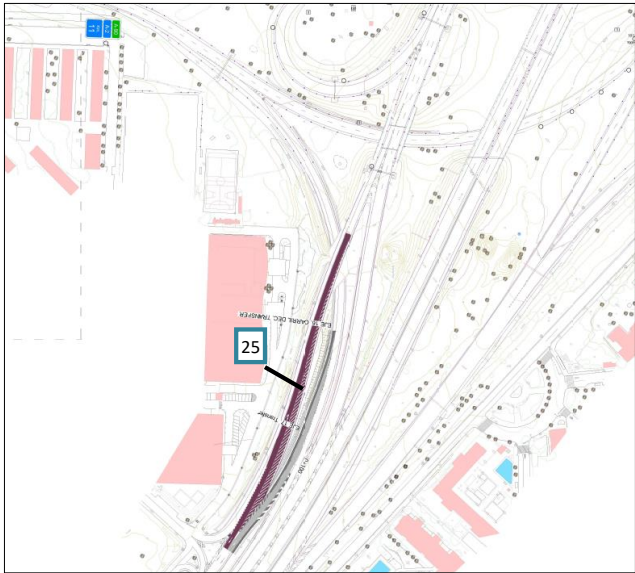
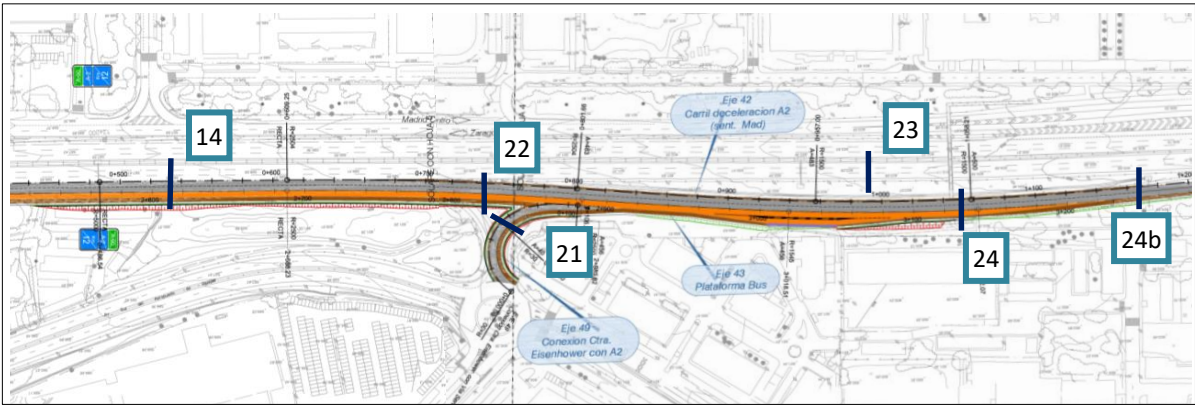
TRAMO	2025		
	IMD TOTAL	IMD PESADOS CARRIL DISEÑO	CATEGORÍA
10	3.273	328	T2
11	69.385	2.372	T0
12	3.441	202	T2
13	6.714	531	T2
14	76.112	2.826	T0

10.2.1.2. CATEGORÍAS POR TRAMOS

Aplicando los criterios de la Norma 6.1. I-C “Secciones de Firme” y tomando como año de puesta en servicio el 2020 se obtienen las siguientes categorías de tráfico, en función de la IMDp, que permiten el dimensionamiento del firme.

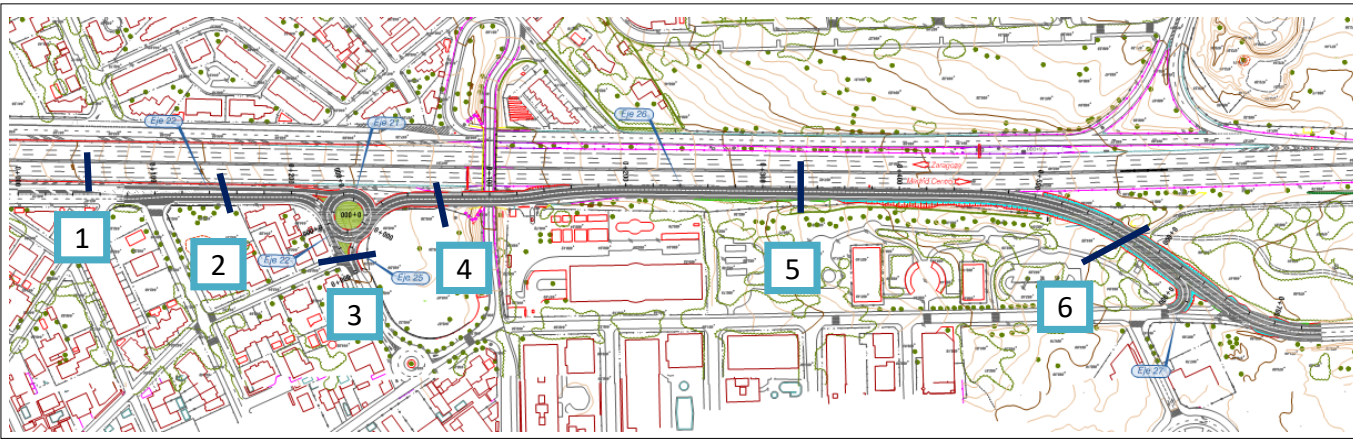
Para secciones con tres carriles o más por sentido de circulación, se considera que actúa sobre el exterior del 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

Zona Nudo Eisenhower



TRAMO	2025		
	IMD TOTAL	IMD PESADOS CARRIL DISEÑO	CATEGORÍA
21	10.157	2.190	T0
22	34.900	1.533	T1
23	41.202	1.293	T1
24	45.058	3.406	T0
24b	45.058	4.007	T00
25	1.934	494	T2

Zona Avenida de Logroño



TRAMO	2025		
	IMD TOTAL	IMD PESADOS CARRIL DISEÑO	CATEGORÍA
1	47.972	2.320	T0
2	14.330	481	T2
3	6.215	162	T31
4	18.223	582	T2
5	66.194	2.814	T0
6	8.540	872	T1

En la reposición de viales se ha considerado una categoría de tráfico T31. En el tronco de la A2 se ha considerado T0 en todos los casos.

10.2.2. 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 reposiciones de otras carreteras se pueden adoptar categorías de explanada inferiores, si bien en este proyecto se descartan directamente para facilitar la ejecución de las obras, ya que se trata de tramos cortos.

Se adoptará por tanto la categoría de explanada E3 para todos los ejes.

10.2.2.1. 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, de modo general puede establecerse que el material que aparecerá en fondo de excavación corresponderá a materiales del sustrato terciario (T1 en actuación 2 y T2 en actuación 1), si bien en la parte inicial del eje 43 (unos 600 m) aparecen materiales de terraza (Qt). También del p.k. 2+800 a 3+000 el eje 43 aparecen materiales de fondo de valle (Qv), aunque se espera que el espesor de estos sea limitado y variable, apareciendo por debajo de los mismos las arcillas o arenas arcillosas T1.

Se deberá dimensionar el firme previendo que los materiales correspondientes al litotipo Qt son tolerables.

Para el caso de los materiales de la unidad T1 se deberá dimensionar el firme previendo que estos son marginales (por hinchamiento libre). Los materiales del litotipo T2, a la vista de que en profundidad aparecen materiales con plasticidades altas serán también considerados marginales al objeto de ir del lado de la seguridad. Por último, los materiales Qv, dado que presentan pequeños espesores, se considerará a los efectos de la determinación de la explanada las características de los materiales infrayacentes terciarios al objeto de ir del lado de la seguridad y se consideraran como marginales.

El material que se empleará para la definición de los núcleos de terraplén se ha clasificado como material tolerable.

Los tramos considerados para la definición de explanada son, por tanto, los siguientes:

ACTUACIÓN	TRAMO	MATERIAL CONSIDERADO	CLASIFICACIÓN
1	Completa	T2	marginal
2	0+000-0+600 (ref. eje 43)	Qt	tolerable
2	0+600-final	T1	marginal

Como se ha mencionado en el apartado anterior la categoría de la explanada se considerará tipo E3, de acuerdo con las especificaciones incluidas en la norma 6.1.-IC “Secciones de firme” de la Instrucción de Carreteras.

Las alternativas para definir una explanada E3 serán, en el caso de suelos tolerables:

Explanada E3 sobre suelo tolerable

S-EST 3	0,30 m
Suelo seleccionado (2) (CBR ≥ 10)	0,30 m
Suelo tolerable	> 1,00 m

Explanada E3 sobre suelo tolerable

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

Las alternativas para definir una explanada E3 serán, en el caso de suelos marginales:

Explanada E3 sobre suelo marginal	
S-EST 3	0,30 m
Suelo seleccionado (2) (CBR ≥ 10)	0,50 m
Suelo marginal	> 1,00 m

Explanada E3 sobre suelo marginal	
S-EST 3	0,30 m
Suelo adecuado	0,75 m
Suelo marginal	> 1,00 m

Explanada E3 sobre suelo marginal	
S-EST 3	0,30 m
S-EST 1	0,50 m
S-EST 1	
Suelo marginal	> 1,00 m

La solución seleccionada para la construcción de la explanada E3 ha sido la siguiente:

Explanada E3 sobre suelo tolerable	
S-EST 3	0,30 m
Suelo seleccionado (2) (CBR ≥ 10)	0,30 m
Suelo tolerable	> 1,00 m

Explanada E3 sobre suelo marginal

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

Su justificación se encuentra desarrollada en el apartado 10.4 Valoración económica de las alternativas estudiadas.

10.2.2.2. PROCEDENCIA DE MATERIALES

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

Para los materiales necesarios fuera de las obras, existen, en las inmediaciones de la zona objeto de proyecto, 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

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

10.2.3. 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:

1. Se debe procurar la máxima continuidad y homogeneidad con los tramos contiguos.
2. Es un pavimento más ruidoso que el pavimento de mezcla bituminosa, lo que causa molestias en los usuarios.
3. La ejecución del pavimento de hormigón es más costosa que el de mezcla bituminosa.
4. 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.
5. La experiencia en la construcción de este tipo de pavimentos es menor.
6. Necesita una maquinaria más particular para su ejecución, lo que limita el número de contratistas que puedan ejecutarlo.

Solamente se contempla la ejecución de pavimento de hormigón en el tramo de trenzado de la actuación 1. Esto es debido a que ya ha sido ejecutada una primera ampliación con hormigón debido a la existencia de un colector. En esta zona se propone una sección similar a la existente.

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

1. 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.
2. Este tipo de material ha caído en desuso debido a los problemas de las grietas de retracción que posteriormente se reflejan en la rodadura.
3. 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 los materiales:

10.2.3.1. HORMIGÓN

Como se ha mencionado en el apartado anterior, solamente se plantea la ejecución de pavimento de hormigón en el tramo de trenzado de la actuación 1 que ya ha sido ampliado previamente con este tipo de firme.

La categoría de tráfico pesado en el año de puesta en servicio en el tronco de la A-2 es T0.

Según los criterios marcados por la Instrucción 6.1-I.C. *Secciones de Firme* se empleará pavimento de hormigón armado y se utilizará hormigón tipo HF-4,5. La cuantía geométrica del pavimento continuo de hormigón armado será del 0,7% para HF-4,5.

El hormigón magro vibrado empleado en la capa de base tendrá una resistencia a compresión no inferior a quince megapascuales (<15 MPa).

Las especificaciones a seguir son las dadas en la Norma 6.1-I.C y los artículos 550 y 551 del PG-3.

10.2.3.2. MEZCLA BITUMINOSA

La categoría de tráfico pesado en el año de puesta en servicio en el tronco de la A-2 y algunos tramos de la vía de servicio 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 y una zona pluviométrica poco lluviosa.

En las capas de rodadura para las categorías de tráfico pesado T00 a T1 se emplearán las mezclas bituminosas discontinuas en caliente tipo M o bien las drenantes, según las condiciones pluviométricas y de intensidad de la circulación.

Por tratarse de una zona pluviométrica poco lluviosa y urbana se ha descartado la utilización de mezclas drenantes.

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 y el betún tipo PMB 45/80-65.
- 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 y el betún tipo PBM45/80-65 o PBM45/80-60.
- 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 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 arcenes, 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 extendidora 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.

10.2.3.3. 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.

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

10.2.3.5. 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.

10.2.3.6. 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.

10.2.3.7. 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.

10.3. SOLUCIONES DEL CATÁLOGO DE FIRMES

10.3.1. 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.

10.3.2. 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 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.

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

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

10.3.4. 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

10.3.5. 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

10.4. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

10.4.1. 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:

10.4.1.1. PRECIOS PARA LA FORMACIÓN DE EXPLANADA

UD	CONCEPTO	PRECIO (Euros)
m³	Suelo seleccionado (2)	6,67
m³	Suelo seleccionado (3)	7,47
m³	Suelo adecuado	5,87
m³	Suelo tolerable	4,41
m³	Suelo estabilizado S-EST1	6,84
m³	Suelo estabilizado S-EST2	8,33
m³	Suelo estabilizado S-EST3	8,59

10.4.1.2. PRECIOS PARA LA SECCIÓN DE FIRMES

UD	CONCEPTO	PRECIO (Euros)
m³	Zahorra artificial bajo el firme	18,19
m³	Zahorra artificial drenante	19,30
t	Mezcla bituminosa drenante BBTM11B	27,97
t	Mezcla bituminosa en caliente AC22 bin S	26,44
t	Mezcla bituminosa en caliente AC22 base G	26,47
t	Betún asfáltico convencional	440,00
t	Betún asfáltico modificado	540,00
t	Filler	71,18

UD	CONCEPTO	PRECIO (Euros)
m³	Suelo cemento	21,81
t	Cemento	71,18
m²	Riego de imprimación sobre capa granular (1,00 kg/m²)	0,36
m²	Riego de curado (0,80 kg/m²)	0,30
m²	Riego de adherencia mod. bajo capa de rodadura (0,6 kg/m²)	0,27
m²	Riego de adherencia bajo capa intermedia o base (0,5 kg/m²)	0,18

10.4.1.3. VALORACIÓN DE LA EXPLANADA

A continuación se refleja la valoración de las diferentes opciones para la construcción de la explanada por metro lineal de calzada:

a) Valoración E3 sobre suelo tolerable

MATERIAL	E3-TOL			
	Espesor (m)	Coste (€/ml)	Espesor (m)	Coste (€/ml)
S-EST 3	0.30	29.65	0.30	29.65
S-EST 2		0.00		0.00
S-EST 1		0.00		0.00
SUELO SELECC. (2)	0.30	23.01		0.00
SUELO SELECC. (3)		0.00		0.00
SUELO ADECUADO		0.00	0.50	33.75
SUELO TOLERABLE		0.00		0.00
TOTAL EXPLANADA E3		52.66		63.40

Se selecciona la primera opción:

Explanada E3 sobre suelo tolerable	
S-EST 3	0,30 m
Suelo seleccionado (2) (CBR ≥ 10)	0,30 m
Suelo tolerable	> 1,00 m

b) Valoración E3 sobre suelo marginal

MATERIAL	E3-MARG					
	Espesor (m)	Coste (€/ml)	Espesor (m)	Coste (€/ml)	Espesor (m)	Coste (€/ml)
S-EST 3	0.30	29.65	0.30	29.65	0.30	29.65
S-EST 2		0.00		0.00		0.00
S-EST 1	0.50	39.32		0.00		0.00
SUELO SELECC. (2)		0.00	0.50	38.35		0.00
SUELO SELECC. (3)		0.00		0.00		0.00
SUELO ADECUADO		0.00		0.00	0.75	50.63
SUELO TOLERABLE		0.00		0.00		0.00
TOTAL EXPLANADA E3		68.97		68.00		80.28

La norma 6.1-IC indica, en el artículo 5.1, apartado e): “Salvo justificación en contrario, será preceptivo proyectar una capa de separación (estabilización in situ con cal en 15 cm de espesor, geotextil, membrana plástica, etc.) entre los suelos inadecuados o marginales con finos plásticos y las capas de suelo adecuado o seleccionado, para la formación de explanadas del tipo E2 y E3 en las categorías de tráfico pesado T00 a T2.”

La colocación de otra capa estabilizada, un geotextil o membrana, encarecería las soluciones que incluyen suelos adecuados o seleccionados sobre los marginales, además de dificultar la ejecución. Teniendo en cuenta que la diferencia del coste entre la opción con suelos estabilizados y la más barata es muy pequeño y que a esta última habría que añadirle el coste de dicha capa de separación, mayor que la diferencia entre una solución y otra, se opta por la solución con suelos estabilizados que se describe a continuación:

Explanada E3 sobre suelo marginal	
S-EST 3	0,30 m
S-EST 1	0,50 m
S-EST 1	
Suelo marginal	> 1,00 m

10.4.2. 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 10.4.1 *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 la calzada. El espesor de mezcla bituminosa no bajará de 15 cm sobre zahorra artificial o 10 cm sobre suelocemento en el caso de categorías T0 y T1.
- 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/m³)	Dotación mínima ligante (%)
BBTM 11B	2,30	4,75
AC22 S	2,40	4,00
AC22 G	2,42	4,00

- 4. En capa de rodadura se utilizarán mezclas tipo BBTM 11B por sus mejores propiedades fonoabsorbentes.

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

10.4.2.1. COSTE DE CONSTRUCCIÓN 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 (BBTM 11B) 3,00 cm

- Intermedia (AC22 bin S) 17,00 cm (en dos capas de 9 + 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 T1, compuesta por:
 - Rodadura (BBTM 11B) 3,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 7,00 cm
 - Base (AC22 base G) 15,00 cm
 - Suelo-cemento 30,00 cm
 - Suelo cemento 20,00 cm (bajo el arcén)
 - Zahorra artificial 25,00 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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	4,440	117,40	1,803	47,66
	t	MBC	AC22 base G	26,47	3,213	85,04	3,104	82,15
	t	Betún asphaltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asphaltico	BC35/50	440,00	0,306	134,69	0,196	86,35
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,365	26,00	0,245	17,43
	m²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	10,820	2,00	8,350	1,54
	m²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	11,450	4,09	11,150	3,98
	m²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,440	3,38
	m³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	3,262	71,14
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,196	13,93
	m³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,988	54,34	0,633	11,51
	m³	Zahorra artificial dren.	ZAD	19,30	0,390	7,53	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						472,88		380,88

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

10.4.2.2. COSTE DE CONSTRUCCIÓN 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 (BBTM 11B) 3,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 12,00 cm (en dos capas de 6 + 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 (BBTM 11B) 3,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 7,00 cm
 - Base (AC22 base G) 10,00 cm
 - Suelo-cemento 25,00 cm
 - Suelo cemento 20,00 cm (bajo el arcén)
 - Zahorra artificial 15,00 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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	3,119	82,47	1,803	47,66
	t	MBC	AC22 base G	26,47	3,176	84,08	2,057	54,45
	t	Betún asphaltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asphaltico	BC35/50	440,00	0,252	110,80	0,154	67,93
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,306	21,76	0,203	14,45
	m ²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m ²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	10,780	1,99	19,400	3,59
	m ²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	11,350	4,05	-	-
	m ²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,310	3,35
	m ³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	2,762	60,23
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,166	11,79
	m ³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,338	42,52	-	-
	m ³	Zahorra artificial dren.	ZAD	19,30	1,015	19,59	0,375	7,24
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						409,05		312,48

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

10.4.2.3. COSTE DE CONSTRUCCIÓN 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 sobre E3 están formadas por las siguientes capas:

- Sección 131 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T1, compuesta por:
 - Rodadura (BBTM 11B) 3,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 12,00 cm (en dos capas de 6 + 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 (BBTM 11B) 3,00 cm

- Intermedia (AC22 bin S) 7,00 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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	3,119	82,47	1,803	47,66
	t	MBC	AC22 base G	26,47	2,105	55,73	2,057	54,45
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asfáltico	BC35/50	440,00	0,209	91,95	0,154	67,93
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,263	18,71	0,203	14,45
	m²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	10,780	1,99	19,400	3,59
	m²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	11,250	4,02	-	-
	m²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,310	3,35
	m³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	2,545	55,51
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,153	10,87
	m³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,313	42,06	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						355,81		299,59

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

10.4.2.4. COSTE DE CONSTRUCCIÓN SECCIONES CON TRÁFICO T2

Se consideran las secciones 231 y 232 para explanada. 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 sobre E2 están formadas por las siguientes capas:

- Sección 231 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T2, compuesta por:
 - Rodadura (BBTM 11B) 3,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 6,00 cm

- Base (AC22 base G) 11,00 cm
- Zahorra artificial 25,00 cm
- Zahorra artificial 36,00 cm (bajo el arcén)

- Sección 232 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T2, compuesta por:

- Rodadura (BBTM 11B) 3,00 cm
- Intermedia (AC22 bin S) 5,00 cm
- Base (AC22 base G) 7,00 cm
- Suelo-cemento 20,00 cm
- Suelo cemento 27,00 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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	1,544	40,81	1,285	33,98
	t	MBC	AC22 base G	26,47	2,260	59,82	1,428	37,80
	t	Betún asfáltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asfáltico	BC50/70	440,00	0,152	66,95	0,109	47,75
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,200	14,22	0,155	11,04
	m²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	8,330	1,54	19,260	3,56
	m²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	11,050	3,94	-	-
	m²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,210	3,32
	m³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	2,448	53,39
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,147	10,45
	m³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,263	41,15	-	-
	m³	Zahorra artificial dren.	ZAD	19,30	0,911	17,58	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						287,82		243,09

Al igual que en el caso anterior, la sección de firme con suelo-cemento tiene un coste menor que la sección con zahorra.

10.4.2.5. COSTE DE CONSTRUCCIÓN 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 (BBTM 11B) 3,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 5,00 cm
 - Base (AC22 base G) 8,00 cm
 - Zahorra artificial 25,00 cm
 - Zahorra artificial 33,00 cm (bajo el arcén)
- Sección 3132 sobre explanada de categoría E3, que soporta un tráfico pesado T31, compuesta por:
 - Rodadura (BBTM 11B) 3,00 cm
 - Intermedia (AC22 bin S) 9,00 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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	1,285	33,98	2,322	61,39
	t	MBC	AC22 base G	26,47	1,634	43,25	-	-
	t	Betún asphaltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asphaltico	BC35/50	440,00	0,117	51,38	0,093	40,87
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,163	11,63	0,144	10,22
	m²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	8,310	1,54	19,280	3,56
	m²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	10,970	3,92	-	-
	m²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,150	3,30
	m³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	2,486	54,22
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,149	10,62
	m³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,243	40,79	-	-
	m³	Zahorra artificial dren.	ZAD	19,30	0,833	16,08	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						244,35		225,97

Al igual que en el caso anterior, la sección de firme con suelo-cemento tiene un coste menor que la sección con zahorra.

10.4.2.6. 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.

10.5. SECCIÓN DE FIRME EXISTENTE EN LA A2

Los datos obtenidos de la recopilación de información existente han sido los siguientes:

Según los datos proporcionados por la Demarcación de Carreteras, el firme actual en la A2 tiene las siguientes características:

Tramo entre P.K. 8+100 y el 8+300 (actuación 1)

- Explanada E3
- Material granular 35-25 cm
- Mezcla bituminosa 28-35 cm (rodadura 3 cm M10)

Tramo entre P.K. 11+500 al 14+450 (actuación 2)

- Explanada E3
- Material granular 25 cm
- Suelocemento 20 cm
- Gravacemento 25 cm
- Mezcla bituminosa 32-42 cm (rodadura 3 cm M10)

Según el informe de la Sociedad Concesionaria para el indicador “I4. Firmes, capacidad estructural (flexibles, semiflexibles y semirrígidos)”, con motivo del contrato de Concesión de obras públicas para la conservación y explotación de la Autovía A-2 del Nordeste, del P.K. 5,9 al P.K. 62,0. Tramo Madrid – R-2, el tipo de firme existente en la calzada de la A2, en el tramo objeto de proyecto, se indica en la tabla adjunta:

Tabla 4: Calzada Descendente. Dirección Madrid. P.K. 62+000 a 5+900		
P.K.I.	P.K.F.	Tipo de Firme
62+000	46+885	SEMIFLEXIBLE
46+885	46+800	MIXTO - EXCLUIR
46+800	32+400	SEMIFLEXIBLE
32+400	31+340	MIXTO - EXCLUIR
31+340	30+680	SEMIFLEXIBLE
30+680	19+300	MIXTO - EXCLUIR
19+300	11+110	SEMIRRÍGIDO
11+110	5+900	SEMIFLEXIBLE

De acuerdo a esta tabla que coincide con los datos del ministerio, en la calzada de la A2, existe firme semirrígido en la zona de la actuación 2, situada aproximadamente entre los P.K. 11,5 al 14,5 y semiflexible en el tramo de la actuación 1.

Respecto a la zona de la actuación 1, en 2017, se realizó una ampliación del trenzado existente. Según la memoria aprobada por la Demarcación se adoptó la siguiente solución:

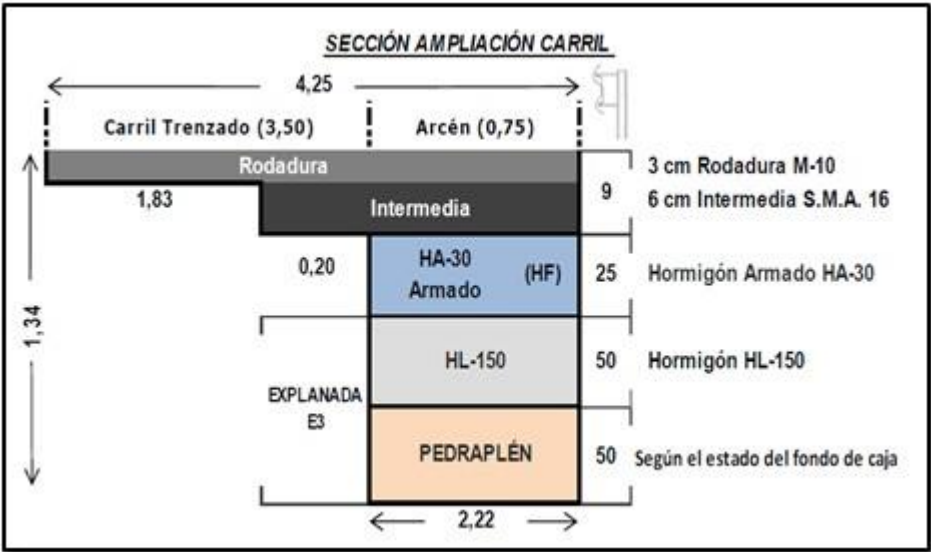
Para el diseño del firme de la ampliación de carril se ha considerado una categoría de tráfico pesado T0 y se adopta como sección a construir la 034 de la Instrucción de Carreteras (Norma 6.1 IC) correspondiente a Secciones de Firme.

Esta sección está formada por una explanada de categoría E3, una capa de subbase de 25 cm. de hormigón magro y por encima como capa de base 25 cm de hormigón de firme (HF), adicionalmente se propone incrementar la sección de firme con 9 cm de M.B.C., intermedia y rodadura.

Adoptando como solución propuesta la siguiente sección:

La sección de firme consiste en una explanada E3, subbase de 50 cm de hormigón magro, base de 25 cm de hormigón armado HA-30, 6 cm de M.B.C. en capa intermedia y 3 cm de M.B.C. en capa de rodadura, además de la colocación de geomalla bajo las capas bituminosas, para evitar grietas y fisuras en la zona de juntas entre el pavimento existente y la ampliación.

No fue necesaria la ejecución de pedraplén en todo el tramo.



10.6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

10.6.1. 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:

- 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 A-2. Según datos recopilados en la zona de la actuación 2 existe firme de este tipo.
- 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. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 35/50 G	15 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	20 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	30 cm	ZAHORRA ARTIFICIAL	25 cm
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S. SELECCIONADO (2)	30 cm	S. SELECCIONADO (2)	30 cm
SUELO TOLERABLE				

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 35/50 G	15 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	20 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	30 cm	ZAHORRA ARTIFICIAL	25 cm
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
SUELO MARGINAL				

10.6.2. 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 A-2. Según datos recopilados en la zona de la actuación 2 existe firme de este tipo.
- 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. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 35/50 G	10 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	20 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	25 cm	ZAHORRA ARTIFICIAL	15 cm
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S. SELECCIONADO (2)	30 cm	S. SELECCIONADO (2)	30 cm
SUELO TOLERABLE				

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	6 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	6 cm
	CAPA DE BASE HF-4,5 ARMADO	24 cm	SUBBASE HF-4,5 EN MASA	15 cm
	SUBBASE HORMIGÓN MAGRO	15 cm	ZAHORRA ARTIFICIAL DRENANTE	24 cm
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
SUELO MARGINAL				

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 35/50 G	10 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	20 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	25 cm	ZAHORRA ARTIFICIAL	15 cm
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
SUELO MARGINAL				

10.6.1. 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:

En el caso de la ampliación en la zona de trenzado de la actuación 1 la solución adoptada ha sido la **sección 034** sobre explanada E3, para dar continuidad a la sección existente:

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 50/70 G	10 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	30 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	20 cm		
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S. SELECCIONADO (2)	30 cm	S. SELECCIONADO (2)	30 cm
SUELO TOLERABLE				

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	7 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 50/70 G	10 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	30 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	20 cm		
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
SUELO MARGINAL				

10.6.2. 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. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	5 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	5 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 50/70 G	7 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	27 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	20 cm		
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S. SELECCIONADO (2)	30 cm	S. SELECCIONADO (2)	30 cm
SUELO TOLERABLE				

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	5 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	5 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 50/70 G	7 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	27 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	20 cm		
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
SUELO MARGINAL				

10.6.3. 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. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	9 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	9 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	22 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	22 cm
EXPLANAD A E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S. SELECCIONADO (2)	30 cm	S. SELECCIONADO (2)	30 cm
SUELO TOLERABLE				

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	9 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	9 cm
	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-40	22 cm	SUBBASE SUELOCEMENTO SC-20	22 cm
EXPL. E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
	S-EST 1	25 cm	S-EST 1	25 cm
SUELO MARGINAL				

10.6.4. ESTRUCTURAS

En el tablero del paso superior la solución de firme consiste en una capa de rodadura de 3 cm de espesor de mezcla tipo BBTM 11B y una capa de 5 cm de AC22 bin S, previa impermeabilización del tablero mediante mastic bituminoso.

Para la impermeabilización del tablero de la estructura, 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. BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	5 cm
IMPERMEABILIZACIÓN MASTIC BITUMINOSO EN FRÍO		
TABLERO		

10.6.5. CONEXIONES CON FIRME EXISTENTE

Las ampliaciones laterales de firme se realizarán de forma escalonada a partir del límite de la sección del tronco, demoliendo la cuneta existente y el arcén.

En los tramos en los que hay que realizar ampliación o que se aprovecha la calzada existente se deberá efectuar el correspondiente fresado para extender la capa de rodadura en toda la sección.

Esta última capa de rodadura de 3 cm se dispondrá sobre el nuevo carril y sobre el tronco existente actual, tanto para eliminar cualquier resto de señalización horizontal previa como para dar uniformidad a la sección.

En las zonas de ensanche, habrá que tener cuidado no sólo de no perjudicar el drenaje del firme, sino de mejorarlo, siempre que sea posible.

La excavación se proyectará escalonada y saneando suficientemente los bordes del firme existente (figura 1). Si el suelo de la explanada es inadecuado o marginal según el artículo 330 del PG-3, se estabilizará con cemento o con cal, según corresponda, para conseguir un material homogéneo y de capacidad de soporte suficiente, así como para evitar una excavación más profunda que pueda modificar la evacuación del agua y dificultar la construcción.

Los ensanches se han proyectado con una sección estructural de capacidad resistente similar a la del resto de la sección del firme, y deberán compactarse convenientemente los materiales para que no se produzca, por asiento diferencial, un escalón o una grieta longitudinal.

Además, el contacto entre el firme existente y el ensanche nunca deberá coincidir con la futura zona de rodada de los vehículos pesados.

En la siguiente figura se incluye el esquema de la sección tipo de ensanche y refuerzo dada por la instrucción 6.3.-I.C. Rehabilitación de firmes.

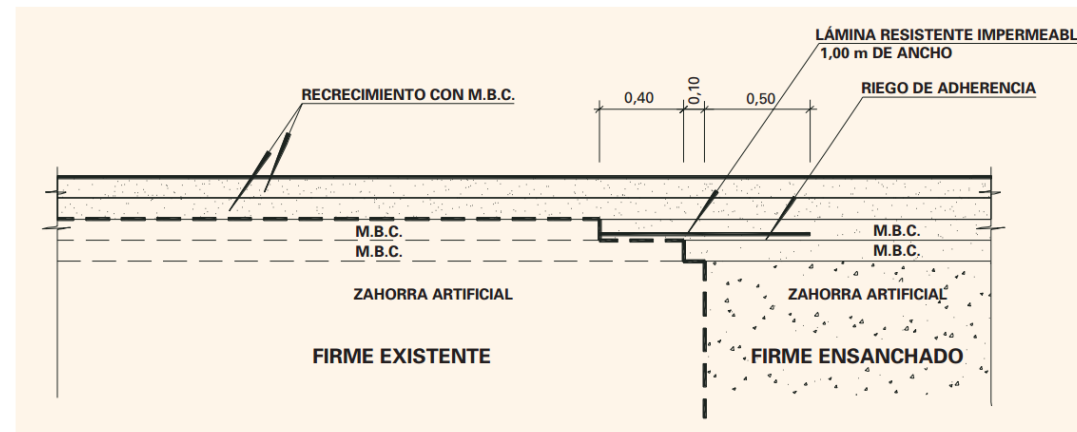


FIGURA 1. ESQUEMA DE SECCIÓN TIPO DE ENSANCHE DE FIRME

El dimensionamiento de los ensanches se ha realizado teniendo en cuenta las secciones de la Norma 6.1 IC de Secciones de firme.

En el caso de que la calzada dispusiera de una capa o elemento inferior drenante o de separación, éstos se prolongarán bajo el arcén hasta conectar con un sistema de drenaje adecuado.

10.7. 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.
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
	Arcen 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	BBTM 11B	0,03	0,05	10,530	0,316	2,300	0,0475	0,727	0,035		10,560
	Intermedia	AC22 bin S	0,08	0,05	10,740	0,859	2,400	0,0400	2,062	0,082		10,820
		AC22 bin S	0,09	0,05	11,010	0,991	2,400	0,0400	2,378	0,095	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						
	Zahorra Artificial		0,25	0,00	2,500	0,625						

VALORACION

	Tipo		Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	BBTM 11B	0,727	27,97	20,32	222,76
	Intermedia	AC22 bin S	4,440	26,44	117,40	
	Base	AC22 base G	3,213	26,47	85,04	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0,035	540,00	18,64	153,33
	Intermedia	BC35/50	0,178	440,00	78,15	
	Base	BC35/50	0,129	440,00	56,54	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0,041	71,18	2,95	26,00
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0,195	71,18	13,91	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0,129	71,18	9,15	
m³ zahorra artificial	Calzada y arcén	ZA	2,988	18,19	54,34	54,34
m³ zah. artific. dren.	Arcen	ZAD	0,390	19,30	7,53	7,53
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10,560	0,27	2,84	4,84
	Interm-Base	C60B3 ADH	10,820	0,18	2,00	
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	9,000	0,36	3,21	4,09
	Arcén	C50BF4 IMP	2,450	0,36	0,87	
TOTAL FIRME.....						472,88

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

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
	Arcen 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	BBTM 11B	0,03	0,05	10,530	0,316	2,300	0,0475	0,727	0,035			10,560
	Intermedia	AC22 bin S	0,07	0,05	10,730	0,751	2,400	0,0400	1,803	0,072		2,450	8,350
	Base	AC22 base G	0,15	0,07	8,550	1,283	2,420	0,0400	3,104	0,124		8,700	
	Suelo-cemento		0,30		9,140	2,742					8,840		
Arcén	Suelo-cemento		0,20	0,10	2,600	0,520					2,600		
	Zahorra Artificial		0,25	0,00	2,530	0,633							

VALORACION

	Tipo		Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	BBTM 11B	0,727	27,97	20,32	150,14
	Intermedia	AC22 bin S	1,803	26,44	47,66	
	Base	AC22 base G	3,104	26,47	82,15	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0,035	540,00	18,64	104,99
	Intermedia	BC35/50	0,072	440,00	31,73	
	Base	BC35/50	0,124	440,00	54,62	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0,041	71,18	2,95	17,43
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0,079	71,18	5,65	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0,124	71,18	8,84	
m³ suelo-cemento	Calzada	SC	2,742	21,81	59,80	59,80
	Arcén	SC	0,520	21,81	11,34	11,34
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	0,031	71,18	2,22	2,22
m³ zahorra artificial	Arcen	ZA	0,633	18,19	11,51	11,51
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10,560	0,27	2,84	4,38
	Interm-Base	C60B3 ADH	8,350	0,18	1,54	
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	8,700	0,36	3,11	3,98
	Arcén	C50BF4 IMP	2,450	0,36	0,87	
m² riego curado	Calzada	C60B3 CUR	8,840	0,30	2,61	3,38
	Arcén	C60B3 CUR	2,600	0,30	0,77	
TOTAL FIRME.....						380,88

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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	4,440	117,40	1,803	47,66
	t	MBC	AC22 base G	26,47	3,213	85,04	3,104	82,15
	t	Betún asphaltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asphaltico	BC35/50	440,00	0,306	134,69	0,196	86,35
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,365	26,00	0,245	17,43
	m²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	10,820	2,00	8,350	1,54
	m²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	11,450	4,09	11,150	3,98
	m²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,440	3,38
	m³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	3,262	71,14
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,196	13,93
	m³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,988	54,34	0,633	11,51
	m³	Zahorra artificial dren.	ZAD	19,30	0,390	7,53	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						472,88		380,88

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

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
	Arcen 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	BBTM 11B	0,03	0,05	10,530	0,316	2,300	0,0475	0,727	0,035		10,560
	Intermedia	AC22 bin S	0,06	0,05	10,720	0,643	2,400	0,0400	1,544	0,062		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	BBTM 11B	0,727	27,97	20,32	186,87
	Intermedia	AC22 bin S	3,119	26,44	82,47	
	Base	AC22 base G	3,176	26,47	84,08	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0,035	540,00	18,64	129,43
	Intermedia	BC35/50	0,125	440,00	54,90	
	Base	BC35/50	0,127	440,00	55,90	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0,041	71,18	2,95	21,76
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0,137	71,18	9,77	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0,127	71,18	9,04	
m³ zahorra artificial	Calzada	ZA	2,338	18,19	42,52	42,52
m³ zah. artific. dren.	Arcen	ZAD	1,015	19,30	19,59	19,59
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10,560	0,27	2,84	4,83
	Interm-Base	C60B3 ADH	10,780	0,18	1,99	
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	8,900	0,36	3,18	4,05
	Arcén	C50BF4 IMP	2,450	0,36	0,87	
TOTAL FIRME.....						409,05

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	BBTM 11B	0.03	0.05	10.530	0.316	2.300	0.0475	0.727	0.035			10.560
	Intermedia	AC22 bin S	0.07	0.05	10.730	0.751	2.400	0.0400	1.803	0.072		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		0.20	0.07	2.570	0.514					2.570		
	Zah.Artific.Drenante		0.15	0.00	2.500	0.375							

VALORACION

	Tipo		Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	BBTM 11B	0.727	27.97	20.32	122.43
	Intermedia	AC22 bin S	1.803	26.44	47.66	
	Base	AC22 base G	2.057	26.47	54.45	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0.035	540.00	18.64	86.57
	Intermedia	BC35/50	0.072	440.00	31.73	
	Base	BC35/50	0.082	440.00	36.20	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0.041	71.18	2.95	14.45
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0.079	71.18	5.65	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0.082	71.18	5.86	
m³ suelo-cemento	Calzada	SC	2.248	21.81	49.02	49.02
	Arcén	SC	0.514	21.81	11.21	11.21
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	0.031	71.18	2.20	2.20
m³ zah. artific. dren.	Arcen	ZAD	0.375	19.30	7.24	7.24
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10.560	0.27	2.84	4.38
	Interm-Base	C60B3 ADH	8.350	0.18	1.54	
m² riego imprimación	Calzada	C60B3 ADH	8.600	0.18	1.59	2.04
	Arcén	C60B3 ADH	2.450	0.18	0.45	
m² riego curado	Calzada	C60B3 CUR	8.740	0.30	2.58	3.35
	Arcén	C60B3 CUR	2.570	0.30	0.76	
TOTAL FIRME.....						312.48

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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	3,119	82,47	1,803	47,66
	t	MBC	AC22 base G	26,47	3,176	84,08	2,057	54,45
	t	Betún asphaltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asphaltico	BC35/50	440,00	0,252	110,80	0,154	67,93
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,306	21,76	0,203	14,45
	m²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	10,780	1,99	19,400	3,59
	m²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	11,350	4,05	-	-
	m²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,310	3,35
	m³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	2,762	60,23
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,166	11,79
	m³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,338	42,52	-	-
	m³	Zahorra artificial dren.	ZAD	19,30	1,015	19,59	0,375	7,24
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						409,05		312,48

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
	Arcen derecho (m)	2,50
	Bermas (m)	1,00

SECCION DE FIRME

131

	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	BBTM 11B	0,03	0,05	10,530	0,316	2,300	0,0475	0,727	0,035		10,560
	Intermedia	AC22 bin S	0,06	0,05	10,720	0,643	2,400	0,0400	1,544	0,062		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	BBTM 11B	0,727	27,97	20,32	158,52
	Intermedia	AC22 bin S	3,119	26,44	82,47	
	Base	AC22 base G	2,105	26,47	55,73	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0,035	540,00	18,64	110,59
	Intermedia	BC35/50	0,125	440,00	54,90	
	Base	BC35/50	0,084	440,00	37,06	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0,041	71,18	2,95	18,71
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0,137	71,18	9,77	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0,084	71,18	5,99	
m³ zahorra artificial	Calzada	ZA	2,313	18,19	42,06	42,06
m³ zah. artific. dren.	Arcen	ZAD	0,885	19,30	17,08	17,08
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10,560	0,27	2,84	4,83
	Interm-Base	C60B3 ADH	10,780	0,18	1,99	
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	8,800	0,36	3,14	4,02
	Arcén	C50BF4 IMP	2,450	0,36	0,87	
TOTAL FIRME.....						355,81

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

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 adherencia	m² adherencia
Calzada	Rodadura	BBTM 11B	0.03	0.05	10.530	0.316	2.300	0.0475	0.727	0.035			10.560
	Intermedia	AC22 bin S	0.07	0.05	10.730	0.751	2.400	0.0400	1.803	0.072		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	BBTM 11B	0.727	27.97	20.32	122.43
	Intermedia	AC22 bin S	1.803	26.44	47.66	
	Base	AC22 base G	2.057	26.47	54.45	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0.035	540.00	18.64	86.57
	Intermedia	BC35/50	0.072	440.00	31.73	
	Base	BC35/50	0.082	440.00	36.20	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0.041	71.18	2.95	14.45
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0.079	71.18	5.65	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0.082	71.18	5.86	
m³ suelo-cemento	Calzada	SC	1.788	21.81	39.00	39.00
	Arcén	SC	0.757	21.81	16.51	16.51
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	3.23
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10.560	0.27	2.84	4.38
	Interm-Base	C60B3 ADH	8.350	0.18	1.54	
m² riego adherencia	Calzada	C60B3 ADH	8.600	0.18	1.59	2.04
	Arcén	C60B3 ADH	2.450	0.18	0.45	
m² riego curado	Calzada	C60B3 CUR	8.740	0.30	2.58	3.35
	Arcén	C60B3 CUR	2.570	0.30	0.76	

TOTAL FIRME.....	299.59
------------------	--------

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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	3,119	82,47	1,803	47,66
	t	MBC	AC22 base G	26,47	2,105	55,73	2,057	54,45
	t	Betún asphaltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asphaltico	BC35/50	440,00	0,209	91,95	0,154	67,93
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,263	18,71	0,203	14,45
	m²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	10,780	1,99	19,400	3,59
	m²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	11,250	4,02	-	-
	m²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,310	3,35
	m³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	2,545	55,51
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,153	10,87
	m³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,313	42,06	-	-
	m³	Zahorra artificial dren.	ZAD	19,30	0,885	17,08	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						355,81		299,59

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

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
	Arcen derecho (m)	2,50
	Bermas (m)	1,00

SECCION DE FIRME

231

	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	BBTM 11B	0,03	0,05	10,530	0,316	2,300	0,0475	0,727	0,035		10,560
	Intermedia	AC22 bin S	0,06	0,05	10,720	0,643	2,400	0,0400	1,544	0,062	2,450	8,330
	Base	AC22 base G	0,11	0,10	8,490	0,934	2,420	0,0400	2,260	0,090	8,600	
	Zahorra Artificial		0,25		9,050	2,263						
Arcén	Zah.Artific.Drenante		0,11	0,10	2,600	0,286						
	Zah.Artific.Drenante		0,25	0,00	2,500	0,625						

VALORACION

	Tipo		Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	BBTM 11B	0,727	27,97	20,32	120,96
	Intermedia	AC22 bin S	1,544	26,44	40,81	
	Base	AC22 base G	2,260	26,47	59,82	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0,035	540,00	18,64	85,58
	Intermedia	BC35/50	0,062	440,00	27,17	
	Base	BC35/50	0,090	440,00	39,78	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0,041	71,18	2,95	14,22
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0,068	71,18	4,83	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0,090	71,18	6,43	
m³ zahorra artificial	Calzada	ZA	2,263	18,19	41,15	41,15
m³ zah. artific. dren.	Arcen	ZAD	0,911	19,30	17,58	17,58
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10,560	0,27	2,84	4,38
	Interm-Base	C60B3 ADH	8,330	0,18	1,54	
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	8,600	0,36	3,07	3,94
	Arcén	C50BF4 IMP	2,450	0,36	0,87	
TOTAL FIRME.....						287,82

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
	Arcen 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 adherencia	m² adherencia
Calzada	Rodadura	BBTM 11B	0.03	0.05	10.530	0.316	2.300	0.0475	0.727	0.035			10.560
	Intermedia	AC22 bin S	0.05	0.05	10.710	0.536	2.400	0.0400	1.285	0.051		2.450	8.310
	Base	AC22 base G	0.07	0.07	8.430	0.590	2.420	0.0400	1.428	0.057		8.500	
	Suelo-cemento		0.20		8.840	1.768					8.640		
Arcén	Suelo-cemento		0.07	0.07	2.570	0.180					2.570		
	Suelo-cemento		0.20	0.00	2.500	0.500							

VALORACION

	Tipo		Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	BBTM 11B	0.727	27.97	20.32	
	Intermedia	AC22 bin S	1.285	26.44	33.98	
	Base	AC22 base G	1.428	26.47	37.80	92.10
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0.035	540.00	18.64	
	Intermedia	BC35/50	0.051	440.00	22.62	
	Base	BC35/50	0.057	440.00	25.13	66.39
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0.041	71.18	2.95	
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0.057	71.18	4.03	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0.057	71.18	4.07	11.04
m³ suelo-cemento	Calzada	SC	1.768	21.81	38.56	38.56
	Arcén	SC	0.680	21.81	14.83	14.83
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	0.041	71.18	2.90	2.90
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10.560	0.27	2.84	
	Interm-Base	C60B3 ADH	8.310	0.18	1.54	4.37
m² riego adherencia	Calzada	C60B3 ADH	8.500	0.18	1.57	
	Arcén	C60B3 ADH	2.450	0.18	0.45	2.02
m² riego curado	Calzada	C60B3 CUR	8.640	0.30	2.56	
	Arcén	C60B3 CUR	2.570	0.30	0.76	3.32
TOTAL FIRME.....						243.09

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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	1,544	40,81	1,285	33,98
	t	MBC	AC22 base G	26,47	2,260	59,82	1,428	37,80
	t	Betún asphaltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asphaltico	BC50/70	440,00	0,152	66,95	0,109	47,75
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,200	14,22	0,155	11,04
	m²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	8,330	1,54	19,260	3,56
	m²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	11,050	3,94	-	-
	m²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,210	3,32
	m³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	2,448	53,39
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,147	10,45
	m³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,263	41,15	-	-
	m³	Zahorra artificial dren.	ZAD	19,30	0,911	17,58	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						287,82		243,09

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
	Arcen 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	BBTM 11B	0,03	0,05	10,530	0,316	2,300	0,0475	0,727	0,035		10,560
	Intermedia	AC22 bin S	0,05	0,05	10,710	0,536	2,400	0,0400	1,285	0,051	2,450	8,310
	Base	AC22 base G	0,08	0,10	8,440	0,675	2,420	0,0400	1,634	0,065	8,520	
	Zahorra Artificial		0,25		8,970	2,243						
Arcén	Zah.Artific.Drenante		0,08	0,10	2,600	0,208						
	Zah.Artific.Drenante		0,25		2,500	0,625						

VALORACION

	Tipo		Medición	Precio	Parciales	Totales
t mezcla bituminosa	Rodadura	BBTM 11B	0,727	27,97	20,32	97,56
	Intermedia	AC22 bin S	1,285	26,44	33,98	
	Base	AC22 base G	1,634	26,47	43,25	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0,035	540,00	18,64	70,01
	Intermedia	BC35/50	0,051	440,00	22,62	
	Base	BC35/50	0,065	440,00	28,76	
t filler	Rodadura	CEM II/B-M 32,5 N	0,041	71,18	2,95	11,63
	Intermedia	CEM II/B-M 32,5 N	0,057	71,18	4,03	
	Base	CEM II/B-M 32,5 N	0,065	71,18	4,65	
m³ zahorra artificial	Calzada	ZA	2,243	18,19	40,79	40,79
m³ zah. artific. dren.	Arcen	ZAD	0,833	19,30	16,08	16,08
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10,560	0,27	2,84	4,37
	Interm-Base	C60B3 ADH	8,310	0,18	1,54	
m² riego imprimación	Calzada	C50BF4 IMP	8,520	0,36	3,04	3,92
	Arcén	C50BF4 IMP	2,450	0,36	0,87	
TOTAL FIRME.....						244,35

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

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
	Arcen 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 adherencia	m² adherencia
Calzada	Rodadura	BBTM 11B	0.03	0.05	10.530	0.316	2.300	0.0475	0.727	0.035			10.560
	Intermedia	AC22 bin S	0.09	0.05	10.750	0.968	2.400	0.0400	2.322	0.093		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	BBTM 11B	0.727	27.97	20.32	81.72
	Intermedia	AC22 bin S	2.322	26.44	61.39	
	Base	AC22 base G	0.000	26.47	0.00	
t betún asfáltico	Rodadura	PBMC 45/80-65	0.035	540.00	18.64	59.50
	Intermedia	BC35/50	0.093	440.00	40.87	
	Base	BC35/50	0.000	440.00	0.00	
t filler	Rodadura	CEM I/B-M 32,5 N	0.041	71.18	2.95	10.22
	Intermedia	CEM I/B-M 32,5 N	0.102	71.18	7.27	
	Base	CEM I/B-M 32,5 N	0.000	71.18	0.00	
m³ suelo-cemento	Calzada	SC	1.936	21.81	42.22	42.22
	Arcén	SC	0.550	21.81	12.00	12.00
t cemento	Calzada	CEM I/B-M 32,5 N	0.116	71.18	8.27	8.27
	Arcén	CEM I/B-M 32,5 N	0.033	71.18	2.35	2.35
m² riego adherencia	Rodad-Interm.	C60BP3 ADH	10.560	0.27	2.84	4.39
	Interm-Base	C60B3 ADH	8.390	0.18	1.55	
m² riego adherencia	Calzada	C60B3 ADH	8.440	0.18	1.56	2.01
	Arcén	C60B3 ADH	2.450	0.18	0.45	
m² riego curado	Calzada	C60B3 CUR	8.580	0.30	2.54	3.30
	Arcén	C60B3 CUR	2.570	0.30	0.76	
TOTAL FIRME.....						225.97

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	BBTM 11B	27,97	0,727	20,32	0,727	20,32
	t	MBC	AC22 bin S	26,44	1,285	33,98	2,322	61,39
	t	MBC	AC22 base G	26,47	1,634	43,25	-	-
	t	Betún asphaltico	PBMC 45/80-65	540,00	0,035	18,64	0,035	18,64
	t	Betún asphaltico	BC35/50	440,00	0,117	51,38	0,093	40,87
	t	Filler	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	0,163	11,63	0,144	10,22
	m²	Riego adherencia	C60BP3 ADH	0,27	10,560	2,84	10,560	2,84
	m²	Riego adherencia	C60B3 ADH	0,18	8,310	1,54	19,280	3,56
	m²	Riego imprimación	C50BF4 IMP	0,36	10,970	3,92	-	-
	m²	Riego curado	C60B3 CUR	0,30	-	-	11,150	3,30
	m³	Suelo-cemento	SC	21,81	-	-	2,486	54,22
	t	Cemento	CEM II/B-M 32,5 N	71,18	-	-	0,149	10,62
	m³	Zahorra artificial	ZA	18,19	2,243	40,79	-	-
	m³	Zahorra artificial dren.	ZAD	19,30	0,833	16,08	-	-
COSTE DE CONSTRUCCIÓN POR ML.....						244,35		225,97