

DOCUMENTO N°1 MEMORIA

ANEJO IX. FIRMES Y PAVIMENTOS. VIARIOS

Contenido

1. Introducción3

2. Elección del tipo de explanada3

3. Elección del tipo de firme4

3.1. Materiales para la sección de firme5

3.2. Riego de imprimación5

3.3. Ligante hidrocarbonado.....5

3.4. Características de los materiales componentes de la mezcla bituminosa en caliente.5

4. Pavimento de adoquines6

4.1. Composición del firme6

1. Introducción

El presente proyecto prevé la renovación de todas las calzadas existentes y la creación de nuevas. Por lo que se contempla la demolición de todas las aceras y el fresado del pavimento. También se proyecta una reordenación del trazado en planta y transversal.

Tanto aceras como pavimentos tendrán nuevas pendientes con el fin de facilitar el drenaje superficial de las aguas pluviales y permitir su uso cómodo para personas con movilidad reducida.

Para la realización de este anejo nos hemos basado en las recomendaciones y normas que se indican en:

- **Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG3) para obras de carreteras y puentes.** En este documento se fijan las condiciones normalizadas para la realización de obra. Prestaremos atención a los siguientes artículos:

Para los pavimentos

- Art. 211 Betunes asfálticos
- Art. 212 Betunes modificados con polímeros
- Art. 213 Emulsiones bituminosas
- Art. 215 Betunes asfálticos modificados con polímeros
- Art. 216 Riegos de imprimación

Para aceras y zonas peatonales:

- Art. 560 Adoquines de piedra labrada

- **Instrucción de carreteras 6.1 “Secciones de firme”**

- **Catálogo de firmes y pavimentos de la ciudad de Valencia**

2. Elección del tipo de explanada

De acuerdo con los resultados del estudio geotécnico, nuestra obra se asienta sobre un suelo adecuado (CBR=5), siendo la explanada para el caso que nos ocupa del tipo E1, con un módulo de compresibilidad igual a 60 Mpa.

TABLA 2. MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

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

TABLA 4. MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LAS EXPLANADAS

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	– Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	– CBR ≥ 3 (*). – Contenido en materia orgánica < 1%. – Contenido en sulfatos solubles (SO ₃) < 1%. – Hinchamiento libre < 1%.
1	Suelo adecuado	330	– CBR ≥ 5 (*)(**).
2	Suelo seleccionado	330	– CBR ≥ 10 (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	– CBR ≥ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o con cal	512	– Espesor mínimo: 25 cm. – Espesor máximo: 30 cm.

Una vez determinados que ya tenemos determinado el tipo de explanada y suelo, es momento de localizar el tipo de suelo de la explanada y los tratamientos estabilizadores a realizar si fuesen necesarios. Para ello nos apoyaremos en la ‘Figura 1. Formación de explanada’

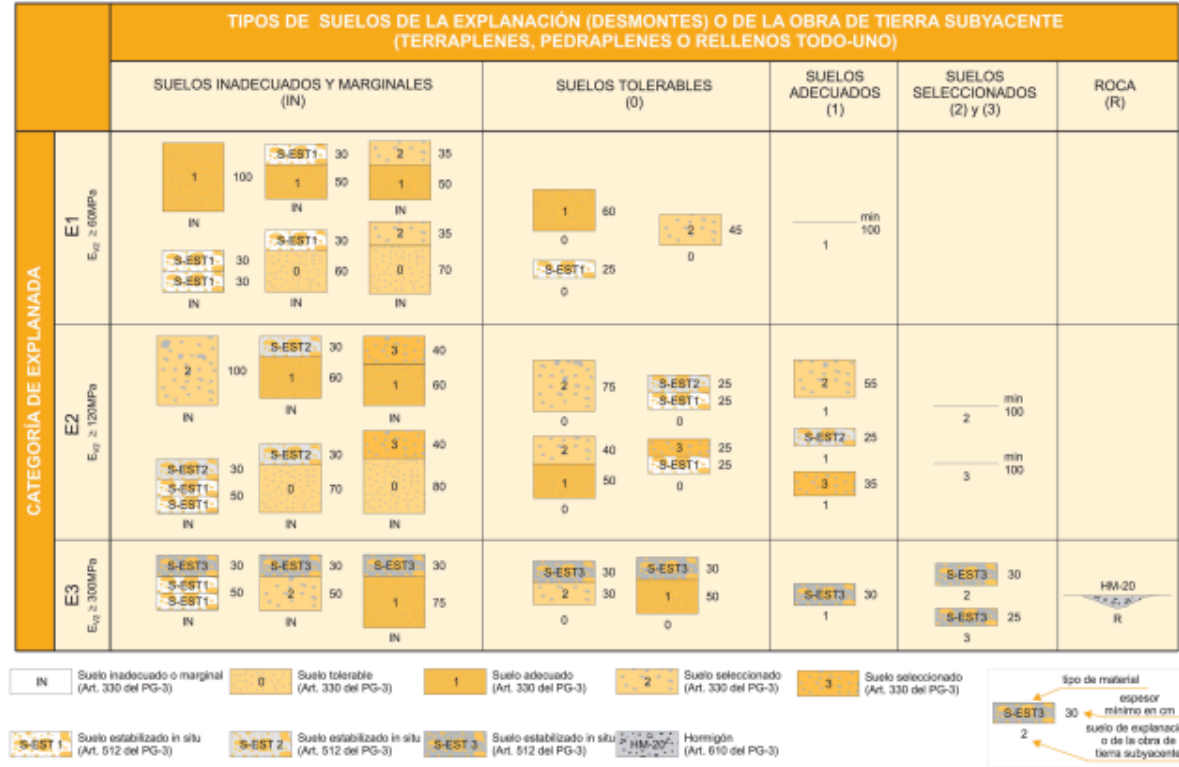


FIGURA 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Como se puede observar en la tabla, con explanada de tipo E1 y suelo adecuado, la solución adoptada será una explanada del mismo tipo de suelo siempre y cuando el espesor mínimo de esta capa sea mayor o igual a 1 metro.

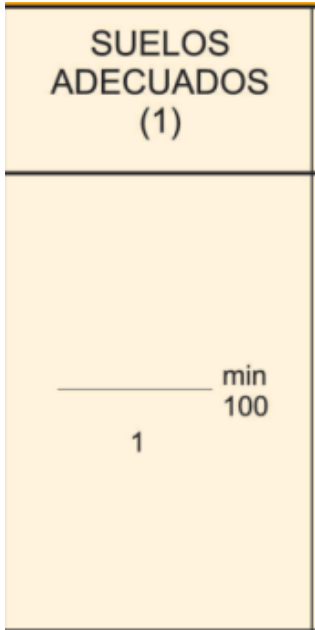


Imagen 1. Explanada finalmente elegida

3. Elección del tipo de firme

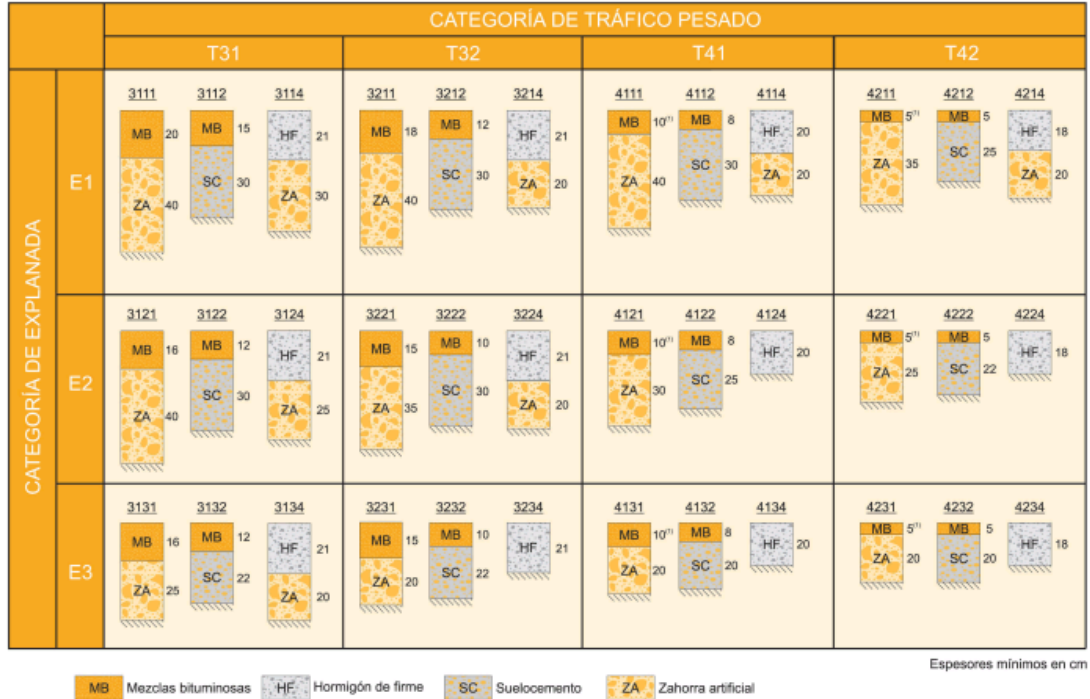
Según la Instrucción 6.1-IC “Secciones de Firme” se definen ocho categorías de tráfico pesado, en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados en el carril de proyecto. En nuestro caso, dado que el proyecto se centra en viales con tráfico principalmente de los residentes en la zona y visitantes, se ha considerado para los viales una IMDp (intensidad media diaria de vehículos pesados) como la mínima, es decir, menor de 25 vehículos, siendo la categoría de tráfico pesado como T42

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	$\geq 4\ 000$	$< 4\ 000$ $\geq 2\ 000$	$< 2\ 000$ ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25



(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

Nota 1: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamentos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

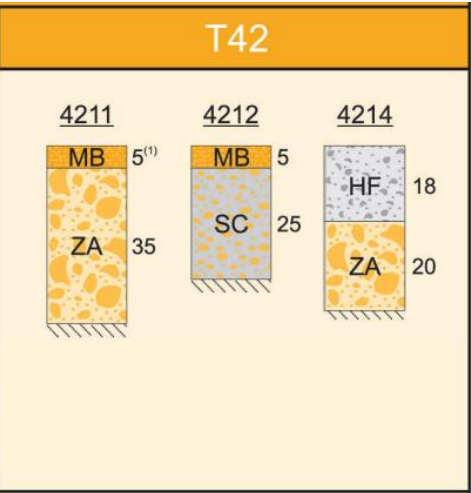


Imagen 2. Pasibles secciones de firme tráfico T42

Finalmente nos quedan tres opciones a elegir para seleccionar el firme de los viales. La opción por la que se optará es la 4211 pues es la más económica, que combina 35 cm de zahorra artificial y 5 cm de mezcla bituminosa. De acuerdo con las recomendaciones, la zahorra artificial se dispondrá en 2 tongadas de 20 y 15 cm.

3.1.Materiales para la sección de firme

Una vez elegida la sección 4211, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares debe tener en cuenta una serie de especificaciones, como son sus características o espesores y en caso de haberlas, prescripciones complementarias. La mezcla bituminosa constituirá la capa de rodadura y por comodidad y adaptabilidad a los 5 cm que se nos exigen, para el tipo T42, elegiremos una mezcla bituminosa en caliente (S y G) con un espesor de 5 cm.

TABLA 6. ESPESOR DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.
(**) Salvo en arcones, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

3.2.Riego de imprimación

Sobre la capa natural de zahorra artificial se debe realizar un riego de imprimación antes de recibir la mezcla bituminosa, sus características se recogen en el artículo 530 de PG-3. Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Eventual extensión de un árido de cobertura.

El tipo de riego elegido será finalmente Riego de imprimación, emulsión bituminosa, tipo ECI, a base de betún asfáltico, según PG-3

3.3.Ligante hidrocarbonado

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear viene fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que será seleccionado, en función de la capa a que se destine la mezcla bituminosa en caliente, de la zona térmica estival en que se encuentre y de la categoría de tráfico pesado, definidas en la Norma 6.1 IC de secciones de firme.

3.4.Características de los materiales componentes de la mezcla bituminosa en caliente.

Una mezcla bituminosa en caliente se define como la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. En nuestro se ejecutarán las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Extensión y compactación de la mezcla.

En nuestra capa de rodadura en función del espesor de la capa elegiremos un tipo de mezcla. De acuerdo con la siguiente tabla nuestras opciones pueden ser D12 o S12. Finalmente optaremos por la mezcla tipo S12.

Tabla 542.9

Tipo de mezcla a utilizar en función del tipo y espesor de la capa

Tipo de capa	Espesor (cm)	Tipo de mezcla
Rodadura	4-5	D12; S12; PA12
	> 5	D20; S20
Intermedia	6-9	D20; S20; S25; G20**; MAM
Base	9-15	S25; G20; G25; MAM***
Arcenes	4-6	D12

* En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

** Las mezclas de tipo G-20 no deben ser utilizadas bajo mezclas drenantes, ni bajo mezclas bituminosas discontinuas.

*** Espesor máximo de doce centímetros (12 cm).

Tabla 542.1

Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear (artículos 211 y 215 de este pliego)

Zona térmica estival	Categoría de tráfico pesado					
	T00	T0	T1	T2	T3 y arcenes	T4
a) En capa de rodadura y siguiente	Cálida	B40/50	B40/50	B40/50	B60/70	B60/70
		BM-2	B60/70	B60/70		B80/100
		BM-3c	BM-2	BM-3b		
		BM-3b				
		BM-3c				
	Media	B40/50	B60/70	B60/70	B60/70	B60/70
		B60/70	BM-3b	B80/100	B80/100	B80/100
		BM-3b				
		BM-3c				
	Templada	B40/50	B60/70	B60/70	B60/70	B60/70
		B60/70	B80/100	B80/100	B80/100	B80/100
		BM-3b	BM-3b			
		BM-3c				

Nuestro proyecto se desarrolla en zona cálida y la categoría de tráfico es T4 (T41 y T42) por lo que podemos optar por B60/70 o B80/100, eligiendo finalmente B60/70.

4. Pavimento de adoquines

Las calles peatonales, que permitirán el tráfico de vehículos autorizados y de emergencia, se pavimentarán con adoquines aparejados en matajunta. Se utilizarán adoquines bicapa de hormigón, de formato rectangular y dimensiones, 20 x 10 x 8 cm, acabado superficial liso, color rojo. La colocación será de tipo flexible, sobre una capa de arena de 0,5 a 5 mm de diámetro, cuyo espesor final, una vez colocados los adoquines y vibrado el pavimento, será uniforme y estará comprendido entre 3 y 5 cm, dejando entre ellos una junta de separación entre 2 y 3 mm, para su relleno posterior con arena natural, fina, seca y de granulometría comprendida entre 0 y 2 mm, y sellado de la superficie com una membrana incolora a base de resinas acrílicas, realizado sobre firme compuesto por una base flexible de zahorra artificial, de 20 cm de espesor.

La opción de una base flexible frente a una rígida, ha sido elegida por una serie de ventajas que indicamos a continuación:

-La utilización de arena supone una disminución en los costos, tanto de materiales al evitar el empleo de morteros, como en mano de obra, ya que esta presenta unos mayores rendimientos.

-No es necesario realizar juntas de dilatación cuando empleamos este tipo de adoquinado, esto permite dar continuidad y mejorar por tanto el aspecto estético dando mayor libertad en el diseño del espacio.

-Aunque en nuestro caso no sería necesario, con una base bien calculada y eligiendo un modelo de adoquín adecuado, permite la pavimentación de viales que soporten tráfico de vehículos pesados.

-Permite la realización de reformas posteriores con mayor facilidad. Por ejemplo, a la hora de reparar redes de suministro de agua, luz, gas... las piezas se pueden retirar y después reutilizar en la misma posición. Esto supone un ahorro económico además, evita la aparición de parches comunes en pavimentos rígidos.

-La puesta en servicio es inmediata, no hay que esperar para que el pavimento adquiriera niveles mínimos de resistencia.



Imagen 3. Adoquines dispuesto en Matajunta

El encintado de las aceras se realizará con bordillo de hormigón con acabado flameado y de dimensiones 20×30 centímetros y de 90 a 110 centímetros de longitud.

Los parterres se cerrarán con bordillo de tipo A2, colocado sobre 2 centímetros de mortero y con una base de hormigón HM – 20.

4.1.Composición del firme

De la buena ejecución de la base y en su caso de la subbase, así como de un acertado examen del suelo natural sobre el que se va a actuar y de la colocación previa de los bordillos, dependerá en buena medida la duración del adoquinado. La sección del firme de diseñará en

función del tráfico que vaya a soportar, habitualmente, bajo los adoquines cerámicos se sitúan los siguientes elementos:

- Base de la explanación.

La compone el material natural existente en el terreno, debidamente desbrozado y rasanteado de acuerdo con las pendientes previstas en el proyecto. En nuestro caso al ser suelo adecuado, según el PG-3, se procederá a su sustitución o, como se hará en este caso, su consolidación.

- Subbase granular.

En caso de soportar tráfico de vehículos pesados.

- Base de zahorra artificial, hormigón o gravacemento.

En esta capa, de zahorra artificial en nuestro caso, se tiene que prestar especial atención a que se produzca la mínima desviación sobre la rasante proyectada, de lo contrario pueden producirse discontinuidades que afecten al comportamiento homogéneo del adoquinado, especialmente durante la compactación. La zahorra artificial deberá contener un mínimo del 50% en peso de elementos dos caras de fractura de los que atraviesan el tamiz 5 UNE, pues no sufre tráfico pesado, y un EA superior a 30.

Una vez extendido se humectará de forma adecuada para proceder a su compactación, que deberá alcanzar el 100% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado.

- Camada de arena

Se utilizará arena natural bien lavada, recomendándose una granulometría entre 5 y 0,4 mm. El material no contendrá más de un 3% de arcillas y limos y estará exento de materias extrañas y sales perjudiciales. El espesor de esta capa estará comprendido entre 3 y 5 cm una vez compactada.

Antes de iniciar el extendido de la arena en una zona, se habrán ejecutado los bordillos y demás elementos de contención del pavimento, así como los drenajes necesarios, en su caso, para evacuar aguas de filtración.

Los pavimentos flexibles de adoquín cerámico, terminan comportándose como pavimentos impermeables, ya que el polvo y la suciedad acaban colmatando las llagas, impidiendo infiltraciones de agua por las mismas, por lo que se proyectarán con elementos de drenaje superficial.

La arena se extenderá en una capa uniforme, suelta y sin compactar, hasta la altura necesaria para obtener, una vez compactada, las rasantes fijadas. El sistema habitual para rasantear esta capa es la utilización de reglas corridas sobre maestras en las que se han registrado las rasantes.



Imagen 4. Acabado firme de adoquines

Es aconsejable la precompactación de la arena, mediante apisonadoras de rodillos o bandejas vibratorias. Siempre es preferible pecar por defecto a la hora de extender la arena y recrecer, si es preciso, una vez precompactada la tongada, volviendo a compactar cuando la cantidad adicionada tenga cierta importancia.