



# AnejoNº09

# Firmes

# Y

# Pavimento



## ÍNDICE

• Objeto	3
• Dimensionamiento del firme	3



## Objeto

El objeto de este anejo es el de dimensionar el firme destinado a ocupar la estación de autobuses.

Esto se realizará a partir de la normativa correspondiente 6.1-IC, Secciones de Firme y teniendo en cuenta las características propias del terreno, tomando como referencia los resultados obtenidos en el anejo geotécnico y las características propias del tráfico dentro de la estación.

## Dimensionamiento del firme

Para el dimensionamiento del firme en cuestión deberemos abordar dos cuestiones fundamentales atendiendo a la norma 6.1-IC, Secciones de Firme.

La primera es, evidentemente, el tipo de tráfico que va a soportar.

Debemos tener en cuenta que no estamos dimensionando o diseñando la carretera exterior a la estación (esta ya está construida previamente), sino que vamos a dimensionar exclusivamente el pavimento que utilizarán los autobuses interurbanos en su entrada en la nueva estación de Denia.

Por ello debemos obtener los datos de la utilización de dicha estación, es decir, la cantidad de autobuses, que equivalen a vehículos pesados, que utilizarán dicho pavimento. Es decir, estamos obteniendo el IMDp.

A través de este dato, y por analogía con otras estaciones de similar uso, deducimos la categoría del tráfico de vehículos pesados dentro de una de las siguientes:

TABLA 1: CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORIA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (Vehíc. pesados / día)	> 4.000	3.999-2.000	1.999-800	799-200

TABLA 1B: CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORIA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (Vehíc. pesados / día)	199-100	99-50	49-25	< 25

Tabla1. Fuente: PG-3

Se toma la categoría de tráfico pesado T31 ya que engloba las características de uso de la nueva estación.

Una vez averiguada la categoría de tráfico a soportar por el pavimento, debemos clasificar el tipo de terreno sobre el que se va a construir, ya que esto definirá el tipo de firme que se deberá colocar para el tráfico dado.

Atendiendo al informe geotécnico dado en el Anejo Nº05 “Estudio geológico geotécnico”

En lo referido a los datos proporcionados por dicho anejo, podemos deducir que nuestro suelo cumple las características de un suelo ADECUADO.

A continuación procedemos a elegir el tipo de explanada que se va a proponer para el dimensionamiento del firme. Estas categorías responden a la tabla que relaciona el “TIPO DE SUELO DE LA EXPLANACIÓN O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE” con “CATEGORÍA DE LA EXPLANADA”.

## EXPLANADAS Norma 6.1 IC (2003)

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)					
		SUELOS INADECUADOS O MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)	
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1 $E_{s2} \geq 60 \text{ MPa}$						
	E2 $E_{s2} \geq 120 \text{ MPa}$						
	E3 $E_{s2} \geq 300 \text{ MPa}$						

IN: Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)  
 0: Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)  
 1: Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)  
 2: Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)  
 3: Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)  
 S-EST 1: Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)  
 S-EST 2: Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)  
 S-EST 3: Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)  
 HM-20: Hormigón espesor mínimo: 15 cm (Art. 610 del PG-3)

Tipo de material: S-EST 3  
 espesor: 30  
 mismo en cm: suelo de explanación o de la capa de tierra subyacente

FIGURA 1 - FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Tabla2. Fuente: PG-3

Como se puede observar en la tabla extraída de la norma, el suelo adecuado permite obtener cualquier tipo de explanada. Debido a esto, seleccionaremos el mejor tipo de explanada, E3, que supondrá mayores ventajas a la hora de dimensionar la capa superior.

Para obtener dicha categoría de explanada, deberemos superponer al suelo adecuado del que disponemos, una capa de 30 cm de espesor de S-EST3. Dicho suelo requiere unas características muy específicas para poder realizarse, por lo que se deberá disponer de áridos con la calidad adecuada. Dichas características están claramente especificadas en el artículo 512 del PG-3.

TABLA 512.3.2- PLASTICIDAD DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CEMENTO

CARACTERÍSTICA	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	UNE 103103	—	≤ 40	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	UNE 103104	≤ 15		

Tabla3. Fuente: PG-3

TABLA 512.1.1- GRANULOMETRÍA DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CAL

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)	
	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)	
	80	0,063
S-EST1 y S-EST2	100	≥ 15

TABLA 512.1.2- GRANULOMETRÍA DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CEMENTO

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)		
	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)		
	80	2	0,063
S-EST1 y S-EST2	100	> 20	< 50
S-EST3			< 35

TABLA 512.2- COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUELO

CARACTERÍSTICA	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
MATERIA ORGÁNICA (MO) (% en masa)	UNE 103204	< 2	< 1	
SULTAFOS SOLUBLES (SO <sub>3</sub> ) (% en masa)	UNE 103201	< 1		

Tablas 4,5 y 6. Fuente: PG-3

A continuación, una vez seleccionada el tipo de explanada, la norma indica claramente la sección de firme a construir relacionando la “CATEGORÍA DE EXPLANADA” y la “CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO”.



		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T00	T0	T1	T2
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				
	E2				
	E3				

MB Mezclas bituminosas    HF Hormigón de firme    HM Hormigón magro vibrado    GC Gravacemento    SC Suelocemento    ZA Zahorra artificial

Espesores mínimos en cm

(1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.  
 (2) Capas tratadas con cemento que deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).  
 (3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				
	E2				
	E3				

MB Mezclas bituminosas    HF Hormigón de firme    SC Suelocemento    ZA Zahorra artificial

Espesores mínimos en cm

(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 espaciamientos 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.

Tablas 7 y 8. Fuente: PG-3



Tabla 9. Fuente: PG-3

Como se aprecia en la tabla superior, la norma indica varias opciones para categoría de tráfico T31 y categoría de explanada E3.

Las disposiciones son las siguientes:

- a) 3131: formada por 16 cm de mezcla bituminosa y 25 de zahorra artificial.
- b) 3132: formada por 12 cm de mezcla bituminosa y 22 de suelocemento.
- c) 3134: formada por 21 cm de hormigón de firme y 20 cm de zahorra artificial.

A partir de estas soluciones, se elegirá la opción 3131, ya que no requiere suelocemento que es una opción más costosa que la zahorra artificial.

Una vez elegida la solución óptima de sección de firme, se debe especificar la sección de mezcla bituminosa.



### *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		

Tabla10. Fuente: PG-3

Como se ve en la tabla superior, debemos distribuir de forma adecuada el espesor total de mezcla bituminosa, en capa base, capa intermedia y capa de rodadura.

Composición final del firme:

Para la determinación de la composición del firme debemos recurrir a la normativa correspondiente, ya mencionada en el presente anejo. En ella se deben relacionar las características del terreno, del clima y de las condiciones de utilización que va a tener el futuro pavimento, y escoger la combinación óptima para las especificaciones exigidas.

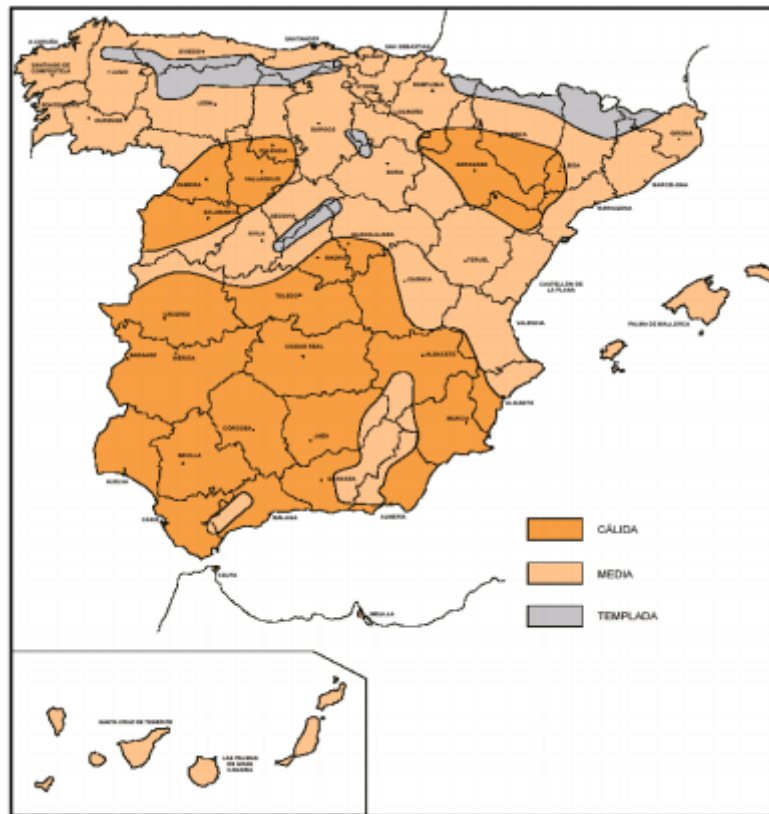


Tabla11. Fuente: PG-3

Por tanto si tenemos en cuenta que Denia se sitúa en una zona climática denominada media, como se aprecia en la tabla superior, además de considerar todos los demás requisitos de uso, se procederá a continuación a dimensionar la capa de firme correspondiente.

5 cm	AC 16 surf 50/70 S	Riego de adherencia
5 cm	AC 22 bin 50/70 S	Riego de adherencia
7 cm	AC 32 base 50/70 G	Riego de imprimación
25 cm	ZA	
30 cm	S-EST 3	Riego de curado