



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

## ANEJO 6: FIRMES Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS DE ACTUACIONES DE MEJORA DE SEGURIDAD VIAL EN LA A-7,  
ENTRE EL P.K. 373 Y EL P.K. 376, EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE  
L'ALCÚDIA Y GUADASSUAR (VALENCIA).

---

*Presentado por*

Cioara, Vlad

---

*Para la obtención del*

Grado de Ingeniería de Obras Públicas

*Curso: 2018/2019*

*Fecha: Junio 2019*

*Tutor: Vicente Melchor Ferrer Pérez*





ANEJO 6: Firmes y pavimentos

1 Objetivo ..... 4

2 Datos de partida..... 4

2.1 Tráfico ..... 4

2.2 Explanada ..... 4

2.2.1 Formación de explanada E3 .....5

3 Metodología para comparación de secciones estructurales de firme ..... 8

3.1 Sección de firme: ..... 8

3.2 Clima ..... 9

3.3 Tipos de mezclas bituminosas. .... 10

4 Sección estructural de firme con tráfico T00 ..... 12

4.1 Solución adoptada ..... 12

4.2 Arcén..... 13

4.3 Camino de servicio..... 13

Apéndice I: Solución explanada y paquete de firmes ..... 14



ÍNDICE FIGURAS:

Figura 1 Secciones de firmes. Fuente: Norma 6.1 IC .....5

Figura 2 Formación de la explanada. Fuente: Norma 6.1 IC .....5

ÍNDICE TABLAS:

Tabla 1 Categoría de tráfico pesado .....4

Tabla 2 Materiales para la explanada. Fuente: Norma 6.1 IC.....5

Tabla 3 Comparación económica. Precios para la formación de explanada. Fuente: Cuadro de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras. ....6

Tabla 4 Coste explanada. Fuente: Elaboración propia .....7

Tabla 5 Opciones posibles a proyectar explanada y paquete de firme. Fuente: Elaboración propia .....9

Tabla 6 Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa. Fuente: PGE.....10

Tabla 7 Espesor capa rodadura. Fuente: Norma 6.1 IC.....11

Tabla 8 Espesores de capas de mezcla bituminosa Capa Intermedia. Fuente: Norma 6.1 IC .....11

Tabla 9 Espesores de capas de mezcla bituminosa Capa base. Fuente: Norma 6.1 IC.....11

Tabla 10 Solución Zahorra artificial. Fuente: Elaboración propia .....12

Tabla 11 Solución Suelo cemento. Fuente: Elaboración propia.....12

Tabla 12 Tipos de riegos.....13

Tabla 13 Solución paquete de firme. ....15



1 Objetivo

El presente anejo se estudia, en función de los datos de tráfico definidos en el *Anejo 2 Estudio de tráfico* el tipo de explanada necesaria y el firme más idóneo a disponer en el tramo de estudio, conforme a la *Norma 6.1 IC "Sección de firmes"*, de la instrucción de carreteras, aprobada por Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre.

Para realizar la elección de la explanada y el paquete de firme idóneo se han considerado los distintos condicionantes: materiales disponibles para confeccionar la explanada, tráfico previsto que tiene que soportar los viales y calidad de la explanada.

2 Datos de partida

Los datos de partida para el dimensionamiento de la sección de firme necesarios son:

- *Anejo 2 Estudio de tráfico*, tráfico de vehículos pesados.
- Tipo de terreno por el que discurre la carretera.

2.1 Tráfico

El paquete de firme se define según la *Norma 6.1 IC "Sección de firmes"*, y se calcula en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio.

El proceso de cálculo se realiza de acuerdo a las instrucciones de la Norma 6.1.-IC "Secciones de Firme" que establece que "la estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado".

En el apartado 4 de dicha norma, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevé para el carril de proyecto en año de puesta en servicio.

En las siguientes dos tablas se puede apreciar las ocho categorías de tráfico.

Tabla 1 Categoría de tráfico pesado

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO     | T00     | T0                 | T1               | T2             |
|---------------------------------|---------|--------------------|------------------|----------------|
| IMDp<br>(vehículos pesados/día) | ≥ 4 000 | < 4 000<br>≥ 2 000 | < 2 000<br>≥ 800 | < 800<br>≥ 200 |

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

Se considera el año de puesta en servicio el 2019, según el *Anejo 2 Estudio de tráfico* la intensidad media diaria de vehículos para este año es de 28.643 vehículos/día, y una intensidad de vehículos pesados de 6.468 vehículos pesados día, lo que corresponde a un 23.02 % de pesados en sentido ascendente (hacia Valencia).

Y en sentido descendente la intensidad media diaria de vehículos para el año 2019 es de 26.953 vehículos día, y una intensidad de vehículos pesados de 6.086 vehículos pesados día, lo que corresponde a un 22.58% de pesado en sentido descendente.

Por lo relacionado al tráfico de pesados se establece una **categoría de tráfico T00**

2.2 Explanada

En este apartado se escoge la explanada en función de la categoría de tráfico. La formación de las explanadas de las distintas categorías se recoge en la siguiente figura, dependiendo del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles, según se definen en el artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).



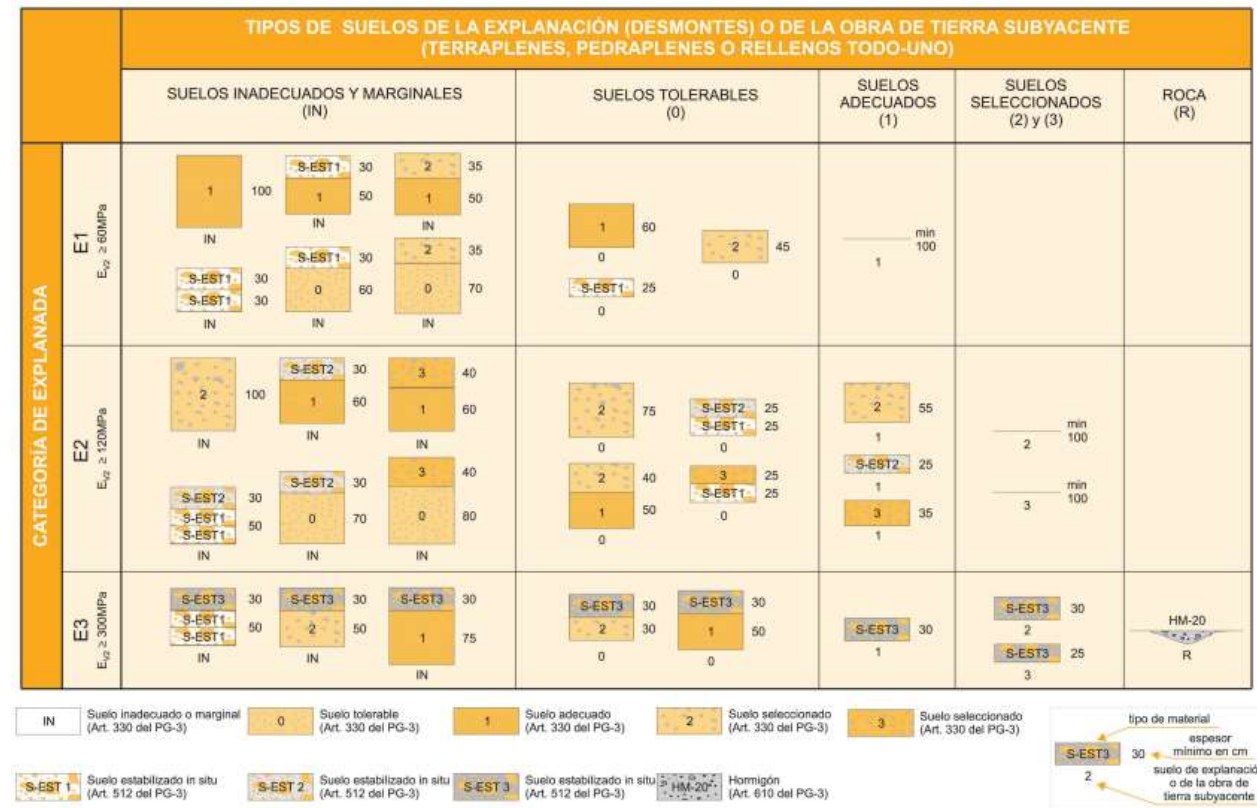
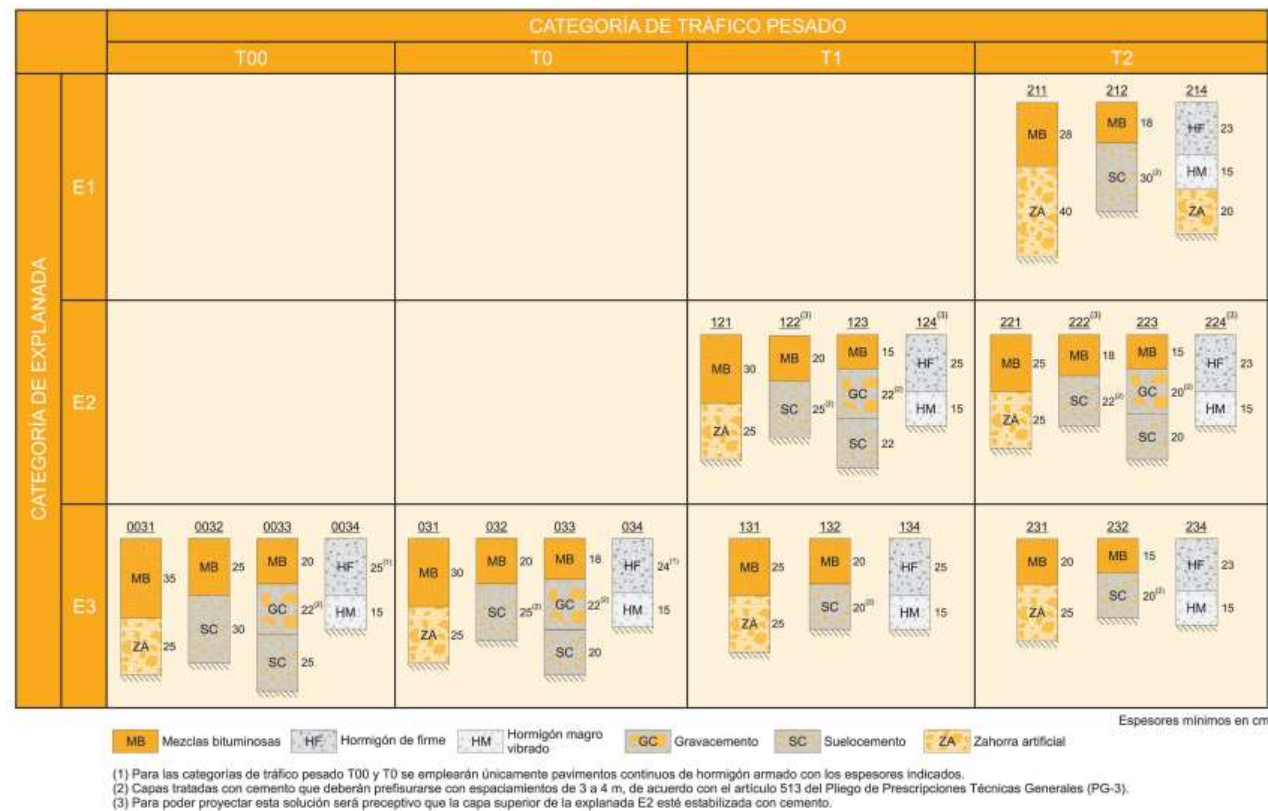


Figura 2 Formación de la explanada. Fuente: Norma 6.1 IC



*Figura 1 Sección de firmas. Fuente: Norma 6.1 IC*

Para la categoría de tráfico del proyecto, T00, de acuerdo con la Figura 1 y 2 del presente anejo, podríamos disponer únicamente del tipo de explanada E3. La explanada E-3 es la más exigente de las catalogadas, por lo que requiere mayores espesores o materiales de mejor calidad, principalmente tratados mediante estabilización. Es por ello que adoptaremos para el estudio una categoría de **explanada E3**.

### 2.2.1 Formación de explanada E3

Como no se tienen datos exactos del tipo de suelo por el que discurre la carretera, supongo para realizar el cálculo de la esplanada y del paquete de firme que es un **suelo tolerable**.

*Tabla 2 Materiales para la explanada. Fuente: Norma 6.1 IC.*

| 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               | - $CBR \geq 3$ (*).<br>- Contenido en materia orgánica < 1%.<br>- Contenido en sulfatos solubles ( $SO_3$ ) < 1%.<br>- Hinchamiento libre < 1%. |
| 1                          | Suelo adecuado  | 330               | - $CBR \geq 5$ (*) (**).  |
| 2                          | Suelo seleccionado                                      | 330               | - $CBR \geq 10$ (*) (**).   |
| 3                          | Suelo seleccionado                                      | 330               | - $CBR \geq 20$ (*)   |
| S-EST1<br>S-EST2<br>S-EST3 | Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o con cal | 512               | - Espesor mínimo: 25 cm.<br>- Espesor máximo: 30 cm.  |

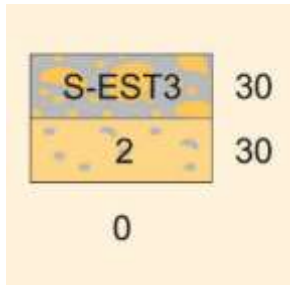
(\*) El CBR se determinará de acuerdo con las condiciones especificadas de puesta en obra, y su valor se empleará exclusivamente para la aceptación o rechazo de los materiales utilizables en las diferentes capas, de acuerdo con la figura 1.

(\*\*) En la capa superior de las empleadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR  $\geq 6$  y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR  $\geq 12$ . Asimismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobre suelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.

Para la formación de una explanada E3 con un suelo tolerable, la Norma 6.1 IC tiene dos posibles soluciones:

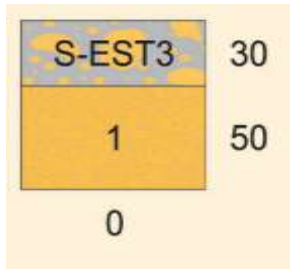


▪ Solución 1:



- **S-EST3:** Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG3), 30 cm de espesor.
- **2:** Suelo seleccionado (Art. 330 del PG3), 30 cm de espesor
- **0:** Suelo tolerable (Art. 330 del PG3).

▪ Solución 2:



- **S-EST3:** Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG3), 30 cm de espesor.
- **1:** Suelo adecuado (Art. 330 del PG3), 50 cm de espesor
- **0:** Suelo tolerable (Art. 330 del PG3).

De estas dos alternativas, se ha realizado un estudio comparativo económico en primer lugar, con los precios de los materiales establecidos en el “ Cuadro de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras”, que son los que se indican a continuación.

Tabla 3 Comparación económica. Precios para la formación de explanada. Fuente: Cuadro de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras.

| UD | CONCEPTO                    | PRECIO (Euros) |
|----|-----------------------------|----------------|
| m3 | Suelo seleccionado (tipo 2) | 6,67           |
| m3 | Suelo adecuado              | 5,87           |
| m3 | Suelo estabilizado S-EST3   | 8,26           |

Aplicando dichos precios a las necesidades de cada tipo de explanada, se comprueba en el cuadro siguiente que resulta más económico la construcción de explanadas con suelo seleccionado que es la opción 1.



Tabla 4 Coste explanada. Fuente: Elaboración propia

| PRECIO             |        | OPCIÓN 1                     |          |       | OPCIÓN 2                     |          |       |
|--------------------|--------|------------------------------|----------|-------|------------------------------|----------|-------|
|                    |        | EXPLANADA E3 - TOLERABLE (0) |          |       | EXPLANADA E3 - TOLERABLE (0) |          |       |
|                    |        | ESPESOR                      | MEDICIÓN | COSTE | ESPESOR                      | MEDICIÓN | COSTE |
| S-EST 3            | 8,26 € | 30 cm                        | 0,3      | 2,48  | 30 cm                        | 0,3      | 2,48  |
| SUELO SELECC. (2)  | 6,67 € | 30 cm                        | 0,3      | 2,00  |                              |          |       |
| SUELO ADECUADO (1) | 5,87 € |                              |          |       | 50 cm                        | 0,5      | 2,94  |
| TOTAL, EXPLANADA   |        |                              |          | 4,48  |                              |          | 5,41  |



### 3 Metodología para comparación de secciones estructurales de firme

La sección del paquete de firme se escoge en función de los siguientes factores:

- Factores técnicos:
  - ✓ Tipo de explanada.
  - ✓ Climatología.
  - ✓ Característica de los materiales que forman las capas de firme.
- Factores económicos

#### 3.1 Sección de firme:

Según la Norma 6.1 IC las posibles secciones de firme que corresponde a una explanada tipo E3 son las siguientes:

- **Zahorra artificial:**
  - ✓ **Sección 0031** → Categoría de tráfico (T00) + Explanada (E3).
- **Suelocemento:**
  - ✓ **Sección 0032** → Categoría de tráfico (T00) + Explanada (E3).
- Suelocemento y gravacemento:
  - ✓ **Sección 0033** → Categoría de tráfico (T00) + Explanada (E3).
- Hormigón magro y hormigón de firme:
  - ✓ **Sección 0034** → Categoría de tráfico (T00) + Explanada (E3)

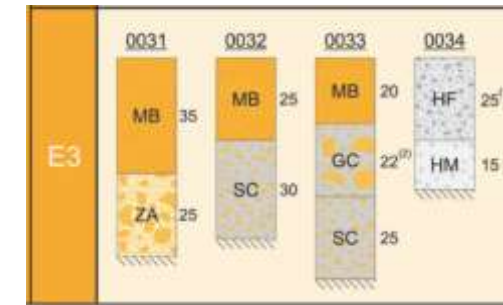


Figura 3 Secciones de firme. Fuente: Norma 6.1 IC

Se descarta las secciones 0033 y 0034 que contengan gravacemento y hormigón magro vibrado por las siguientes razones:

- Por la continuidad y homogeneidad de las secciones existentes en el tramo.
- El hormigón vibrado encarece más la solución que la mezcla bituminosa.
- El mantenimiento de la mezcla bituminosa es más económico que el mantenimiento de un pavimento de hormigón.
- No es muy habitual la colocación de pavimento de hormigón, hay más experiencia con la mezcla bituminosa.
- Se necesita maquinaria específica lo que requiere empresas muy especializada, mientras tanto la colocación de mezcla bituminosa es más habitual.
- El sistema de grava cemento está en desuso debido a los problemas de fisuración que aparecen posteriormente a su puesta en uso.
- La grava cemento se debe preparar en una central, posteriormente se compacta en una tongada y se le aplica un riego de curado.

Por lo tanto, las secciones a colocar son las 0031 y 0032, y están constituidas por capa superiores de mezcla bituminosa sobre zahorra artificial (0031) o suelo cemento (0032).

Los firmes con base de zahorra artificial garantizan mejor drenaje de la calzada. Es adecuado colocarlas cuando el nivel freático es elevado y se adapta muy bien a los asientos.

Las ventajas de los firmes con base de suelo cemento, se trata de una mejora estructural de la explanada. No es tan permeable como la zahorra artificial, pero al tratarse de una mejora estructural permite disminuir el espesor de la mezcla bituminosa. Esta última ventaja permite que el suelo cemento resulte en muchos casos una opción ventajosa económicamente por su bajo espeso de mezcla bituminosa.

Las opciones posibles a proyectar son las siguientes:

Tabla 5 Opciones posibles a proyectar explanada y paquete de firme. Fuente: Elaboración propia

| EXPLANADA E3 – ZAHORRA ARTIFICIAL |       |          |            |      |         |
|-----------------------------------|-------|----------|------------|------|---------|
| SECCIÓN                           | FIRME | RODADURA | INTERMEDIA | BASE | SUBBASE |
| 0031                              | 60 cm | 35 cm    |            |      | 25 m    |

| EXPLANADA E3 - SUELO CEMENTO |       |          |            |      |         |
|------------------------------|-------|----------|------------|------|---------|
| SECCIÓN                      | FIRME | RODADURA | INTERMEDIA | BASE | SUBBASE |
| .0032                        | 55 cm | 25       |            |      | 30      |

3.2 Clima

Para escoger el tipo de ligante bituminoso, la relación de dosificación en masa y la del polvo mineral, la Norma 6.1 IC señala el tipo de zona ‘Zonas térmicas estivales’, el mapa de las zonas climáticas de España.

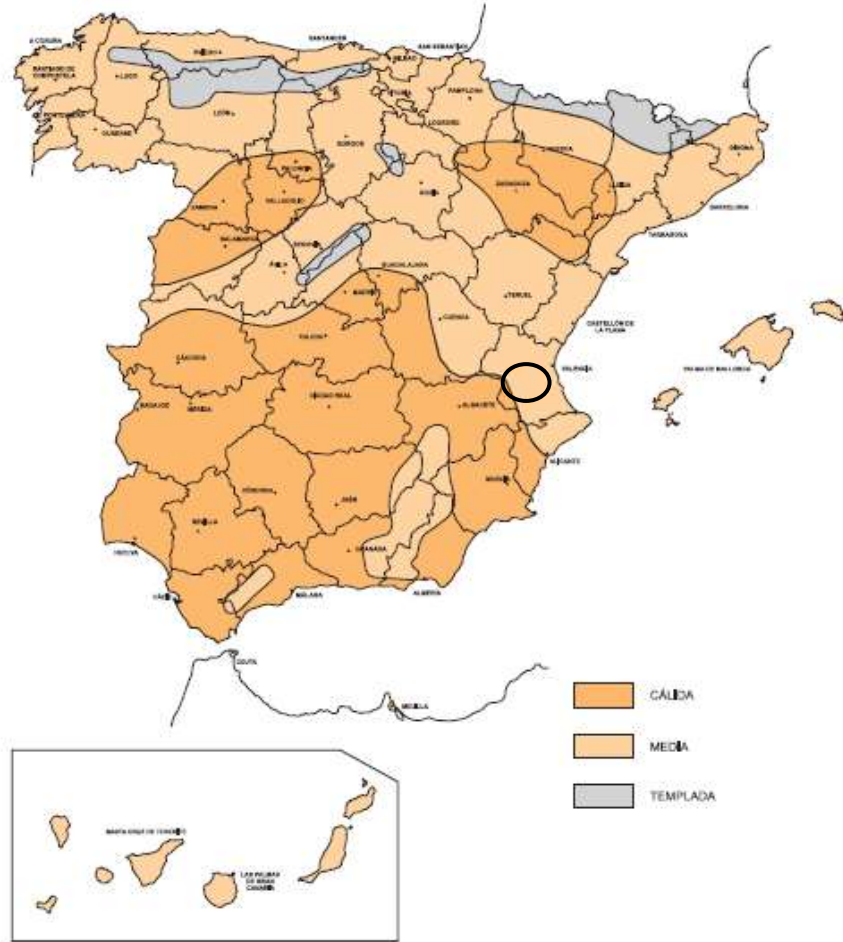


Figura 4 Zonas térmicas. Fuente: Norma 6.1 IC

El área de estudio al ser L’Alcúdia provincia de Valencia corresponde a la **zona térmica estival media**.

Para elegir la capa de rodadura es muy importante considerar las zonas pluviométricas.

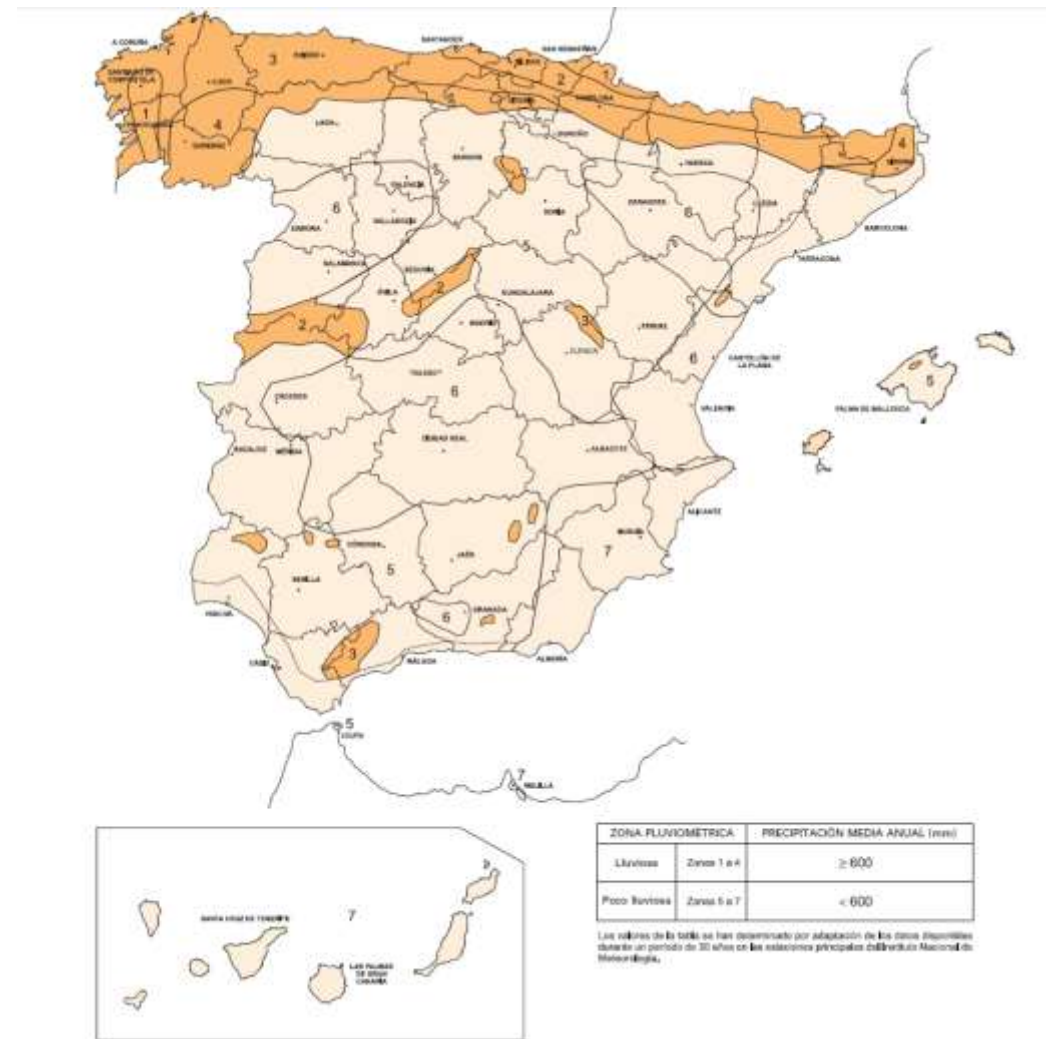


Figura 5 Zonas Pluviométricas. Fuente. Norma 6.1 IC

Como se aprecia en el mapa, el área de estudio se encuentra en la zona 6, zona poco lluviosa con una precipitación media anual (mm)  $< 600$ .

### 3.3 Tipos de mezclas bituminosas.

Los tipos de mezclas bituminosas se eligen en función del tipo y espesor de la capa, conforme se puede apreciar en la siguiente.

Los datos correspondientes serán consultados en el PG3 Artículos: 542 Mezcla Bituminosa en caliente y 543 Mezcla bituminosa en capa de rodadura.

Tabla 6 Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa. Fuente: PGE.

| TIPO DE CAPA  | TIPO DE MEZCLA  | ESPESOR (cm) |
|---------------|---|--------------|
|               | DENOMINACIÓN. NORMA UNE-EN 13108-1(*)                               |              |
| RODADURA      | AC16 surf D<br>AC16 surf S  | 4 – 5        |
|               | AC22 surf D<br>AC22 surf S  | > 5          |
| INTERMEDIA    | AC22 bin D<br>AC22 bin S<br>AC32 bin S<br>AC 22 bin S MAM (**)      | 5-10         |
| BASE          | AC32 base S<br>AC22 base G<br>AC32 base G<br>AC 22 base S MAM (***) | 7-15         |
| ARCENES(****) | AC16 surf D   | 4-6          |

(\*) Se ha omitido en la denominación de la mezcla la indicación del tipo de ligante por no ser relevante a efectos de esta tabla.

(\*\*) Espesor mínimo seis centímetros (6 cm).

(\*\*\*) Espesor máximo trece centímetros (13 cm).

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

El tipo de capa de rodadura se elige en función de la categoría de tráfico del tramo de estudio, y los espesores de firmes será en función de la 'Tabla 6. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente' según Norma 6.1 IC.



Como podemos apreciar en las siguientes tablas podemos observar que se dividen en tres capas:

- **Rodadura:** siendo la primera capa. Es la capa que sufre el desgaste de tráfico y recibe las mayores tensiones.
- **Intermedia:** es la que esta situada entre la capa de rodadura y la capa base.
- **Base:** esta capa es la que se coloca encima de la explanada.

Entre las capas como se explicará a continuación se aplicará una imprimación para dar más adherencia.

Tabla 7 Espesor capa rodadura. Fuente: Norma 6.1 IC

| Tipo de capa | Tipo de mezcla | Categoría de tráfico pesado |           |               |
|--------------|----------------|-----------------------------|-----------|---------------|
|              |                | T00 a T1                    | T2 y T31  | T32, T41, T42 |
| Rodadura     | PA             | 4 cms                       |           |               |
|              | M              | 3 cms                       | 2 - 3 cms |               |
|              | F              |                             |           |               |
|              | D y S          |                             | 6 - 5 cms | 5 cms         |

Para la capa intermedia se tiene que elegir en función de la categoría de tráfico.

Tabla 8 Espesores de capas de mezcla bituminosa Capa Intermedia. Fuente: Norma 6.1 IC

| Tipo de capa | Tipo de mezcla | Categoría de tráfico pesado |          |               |
|--------------|----------------|-----------------------------|----------|---------------|
|              |                | T00 a T1                    | T2 y T31 | T32, T41, T42 |
| Intermedia   | D y S          | 5 - 10 cms                  |          |               |

Para la elección de la capa base se tiene en cuenta el mismo procedimiento, para elegir el espesor adecuado.

Tabla 9 Espesores de capas de mezcla bituminosa Capa base. Fuente: Norma 6.1 IC

| Tipo de capa | Tipo de mezcla | Categoría de tráfico pesado |          |               |
|--------------|----------------|-----------------------------|----------|---------------|
|              |                | T00 a T1                    | T2 y T31 | T32, T41, T42 |
| Base         | S y G          | 7 - 15 cms                  |          |               |
|              | MAM            | 7-13                        | ms       |               |



4 Sección estructural de firme con tráfico T00

Según catálogo de Secciones Estructurales de la Norma 6.1 IC para una categoría de tráfico T00 y al tipo de explanada, las secciones estructurales propuestas como posibles soluciones son las siguientes.

- Explanada E3.
- ✓ Opción 1: Subbase de zahorra artificial:

Tabla 10 Solución Zahorra artificial. Fuente: Elaboración propia

| EXPLANADA E3 – ZAHORRA ARTIFICIAL |       |                 |            |       |         |
|-----------------------------------|-------|-----------------|------------|-------|---------|
| SECCIÓN                           | FIRME | RODADURA        | INTERMEDIA | BASE  | SUBBASE |
| 0031                              | 60 cm | 35 cm de M.B.C. |            |       | 25 cm   |
|                                   | 60 cm | 4 cm            | 5 cm       | 26 cm | 25 cm   |

- ✓ Opción 2: Subbase de suelo cemento:

Tabla 11 Solución Suelo cemento. Fuente: Elaboración propia

| EXPLANADA E3 - SUELO CEMENTO |       |                 |            |       |         |
|------------------------------|-------|-----------------|------------|-------|---------|
| SECCIÓN                      | FIRME | RODADURA        | INTERMEDIA | BASE  | SUBBASE |
| 0032                         | 55 cm | 25 cm de M.B.C. |            |       | 30 cm   |
|                              | 55 cm | 3 cm            | 7 cm       | 15 cm | 30 cm   |

4.1 Solución adoptada

Tras la comprobación de los datos facilitados por la entidad de la autovía en este caso Ministerio de Fomento, se comprueba que el paquete de firme existente en la actualidad es igual que la opción 1 calculada, formado por una capa de zahorra artificial de 25 cm, una capa de rodadura de 35 cm dividida en tres capas:

- Rodadura: 4 cm de espesor.
- Intermedia: 5 cm de espesor.
- Base: 3 capas, una de 6 y dos de 10, formando una capa de 26 cm.

Es muy importante que haya una homogeneidad entre el paquete de firme existente y el paquete de firme calculado para las actuaciones de mejora que se explicarán en el Anejo 5.

Entre las capas y la explanada es necesario extender un riego que se explicada detalladamente entre cada capa el tipo de riego que se tiene que extender. La explicación de los riegos viene definida en el PG-3 en los artículos nombrados a continuación.

Tipos de riegos:

- Riego imprimación (Art. 530 PG-3).** Se define como riego de imprimación la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa.  
  
Este tipo de riego se aplica sobre una superficie no tratada como capa de zahorra o explanada.
- Riego de adherencia (Art. 531 PG-3).** Se define como riego de adherencia la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa.  
  
Este tipo de riego siempre se aplica sobre una superficie tratada.





- **Riego de curado (Art. 532 PG-3).** Se define riego de curado la aplicación de una capa fina y uniforme que impermeabiliza toda la superficie. Asegura el mantenimiento de la humedad durante el fraguado y primer endurecimiento de capas tratadas con cemento.

Las denominaciones UNE de los riegos viene definidos en la Tabla 213.1 del PG3.

Tabla 12 Tipos de riegos

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| C60B4 ADH  | Riegos de adherencia                  |
| C60B3 ADH  |                                       |
| C60B4 TER  | Riegos de adherencia (termoadherente) |
| C60B3 TER  |                                       |
| C60BF5 IMP | Riegos de imprimación                 |
| C50BF5 IMP | Riegos de imprimación                 |
| C60B4 CUR  | Riegos de curado                      |
| C60B3 CUR  |                                       |
| C60B5 MIC  | Microaglomerados en frío              |
| C60B6 MIC  |                                       |
| C60B7 REC  | Reciclados en frío                    |
| C60B6 REC  |                                       |

4.2 Arcén

Como el arcén es mayor de 1,25 m, las capas que los forman se prolongarán por encima del paquete de zahorra.

El espesor que se requiere en la norma es de 15 cm para un tráfico de pesados T00. Y por eso se ha proyectado las tres capas para que tengan continuidad de espesor entre los carriles y el arcén, como se podrá observar en Tabla donde se encuentra la solución.

4.3 Berma

Según tabla 7.1 de la Norma 3.1 IC “Dimensiones de la sección transversal”, la anchura mínima de berma es de 1 metro y un bombeo de 4% para la evacuación del agua.  
Para su construcción se utiliza un relleno impermeabilización de berma y material drenante.

TABLA 7.1.  
DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.

| CLASE DE CARRETERA   | VELOCIDAD DE PROYECTO (V <sub>p</sub> ) (km/h) | ANCHO (m)   |                      |                    |                 | NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE |
|--|--|-------------|----------------------|--------------------|-----------------|---|
|  |  | CARRILES    | ARCENES              |                    | BERMAS (MÍNIMO) |   |
|  |  |             | INTERIOR / IZQUIERDO | EXTERIOR / DERECHO |                 |   |
| Autopista y autovía  | 140, 130 y 120                                 | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | C   |
|  | 110 y 100                                      | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | D   |
|  | 90 y 80  | 3,50        | 1,00                 | 2,50               | 1,00            | D   |
| Carretera multicarril  | 100  | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | D   |
|  | 90 y 80  | 3,50        | 1,00                 | 2,50               | 1,00            | D   |
|  | 70 y 60  | 3,50        | 0,50 / 1,00          | 1,50 / 2,50        | 1,00            | E   |
|  | 50 y 40  | 3,25 a 3,50 | 0,50 / 1,00          | 1,00 / 1,50        | 0,50            | E   |
| Carretera convencional   | 100  | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | D   |
|  | 90 y 80  | 3,50        | 1,50                 |                    | 1,00            | D   |
|  | 70 y 60  | 3,50        | 1,00 / 1,50          |                    | 0,75            | E   |
|  | 50 y 40  | 3,00 a 3,50 | 0,50 / 1,00          |                    | 0,50            | E   |
| Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único   | 100  | 3,50        | 1,50                 | 2,50               | 1,00            | D   |
|  | 90 y 80  | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | D   |
|  | 70 y 60  | 3,50        | 1,00 / 1,50          | 2,50               | 1,00            | E   |
|  | 50 y 40  | 3,50        | 0,50 / 1,00          | 1,50 / 2,50        | 1,00            | E   |
| Ramal de enlace de doble sentido   | 100  | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | D   |
|  | 90 y 80  | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | D   |
|  | 70 y 60  | 3,50        | 2,50                 |                    | 1,00            | E   |
|  | 50 y 40  | 3,50        | 1,50 / 2,50          |                    | 1,00            | E   |
| Vía de servicio de sentido único   | 90 y 80  | 3,50        | 1,00                 | 1,50               | 1,00            | D   |
|  | 70 y 60  | 3,50        | 1,00                 | 1,00 / 1,50        | 0,75            | E   |
|  | 50 y 40  | 3,00 a 3,50 | 0,50 / 1,00          | 1,00               | 0,50            | E   |
| Vía de servicio de doble sentido   | 90 y 80  | 3,50        | 1,50                 |                    | 1,00            | D   |
|  | 70 y 60  | 3,50        | 1,00 / 1,50          |                    | 0,75            | E   |
|  | 50 y 40  | 3,00 a 3,50 | 0,50 / 1,00          |                    | 0,50            | E   |
| Si los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales solo tuviesen un carril su ancho será de cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobrecancho correspondiente (epígrafe 7.3.5) con un valor mínimo de cuatro metros (≥4,00 m). |  |             |                      |                    |                 |   |

4.4 Camino de servicio

Según indica la Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997, donde indica que los caminos de nueva construcción no irán asfaltados, sino que su afirmado será formado de una 15 cm mínimo de suelo estabilizado o 30 cm mínimo de zahorra artificial sobre el terreno existente.





## Apéndice I: Solución explanada y paquete de firmes



Tabla 13 Solución paquete de firme.

| SECCIÓN 0031    |         |                              |                |         |                              |
|-----------------|---------|------------------------------|----------------|---------|------------------------------|
| TRONCO CALZADA  |         |                              | ARCÉN > 1,25 M |         |                              |
| Capa            | Espesor | Descripción unidad           | Capa           | Espesor | Descripción unidad           |
| Rodadura        | 4 cm    | M.B.C BBTM 11B               | Rodadura       | 4 cm    | M.B.C BBTM 11B               |
| Riego           | --      | Riego adherencia C60BP3 ADH  | Riego          | --      | Riego adherencia C60BP3 ADH  |
| Intermedia      | 5 cm    | M.B.C AC22 bin D             | Intermdia      | 5 cm    | M.B.C AC22 bin D             |
| Riego           | --      | Riego adherencia C60BP3 ADH  | Riego          | --      | Riego adherencia C60BP3 ADH  |
| Base            | 26 cm   | M.B.C AC32 base G            | Base           | 6 cm    | M.B.C AC32 base G            |
| Riego           | --      | Riego adherencia C60BP3 ADH  | Riego          | --      | Riego adherencia C60BP3 ADH  |
| Riego           | --      | Riego imprimación C60BF5 IMP | Riego          | --      | Riego imprimación C60BF5 IMP |
| Subbase         | 25 cm   | Zahorra artificial           | Subbase        | 45 cm   | Zahorra artificial           |
| Explanada E3    |         |                              |                |         |                              |
| Explanada E3    | 30 cm   | Suelo estabilizado S-EST 3   |                |         |                              |
|                 | 30 cm   | Suelo seleccionado           |                |         |                              |
| Terreno natural |         |                              |                |         |                              |