

Anejo N°5:

FIRMES

AUTOR: Manuel Martínez Sánchez

TUTOR: Álvaro Cuadrado Tarodo

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1.INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 2.CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO..... | 3 |
| 3.FORMACIÓN DEL FIRME Y DE LA EXPLANDA | 4 |
| 3.1. Introducción | 4 |
| 3.2. Clasificación del suelo de la traza..... | 4 |
| 3.3. Análisis de los tipos de explanada..... | 6 |
| 3.3.1 Análisis de los precios de explanada..... | 9 |
| 3.4. Análisis de los tipos de firme..... | 11 |
| 3.4.1 Ligantes bituminosos..... | 14 |
| 3.4.2 Riegos | 16 |
| 3.4.3 Precios de firmes..... | 17 |
| 3.5 Solución propuesta | 19 |
| APÉNDICE 1 | 21 |

1.INTRODUCCIÓN

En este anejo, se va a realizar el diseño del firme de las dos vías de acceso a realizar, para ello se usará la Norma 6.1-IC Secciones de firme.

Para el dimensionamiento del firme, es imprescindible saber cual es la intensidad de tráfico pesado que se prevé que circulará por las vías, en el año de puesta de servicio. A partir de ahí se sacará la categoría de la explanada y los materiales a disponer en ella. Luego se dispondrán los firmes que mejor se adecuen a las características que se dan en la vía ,seguidamente las mezclas bituminosas a colocar y el riego que se le imprimirá.

2.CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

Teniendo los datos del anejo de tráfico, la IMD de vehículos pesados en el año de puesta en servicio (2021) es de 1400 vehículos pesados /día. Al ser una carretera convencional de dos carriles con doble sentido de circulación, la Norma 6.1-IC Secciones de firme establece que incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada, por lo cual se disponen de 700 vehículos pesados por carril/día.

En la Norma 6.1-IC, se establecen 8 categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevé para un carril en el año de puesta en servicio. Categorías que se muestran a continuación:

| 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: Categoría de tráfico pesado de T00 a T2 (Fuente: Norma 6.1 IC secciones de firme)

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

Tabla 2: Categoría de tráfico pesado de T31 a T42 (fuente :Norma 6.1 IC secciones de firme)

Por lo que con la IMDp que se tiene para el año de puesta en servicio , se establece como categoría de tráfico pesado T2. Pero la norma hace una apreciación para las vías de servicio

3. FORMACIÓN DEL FIRME Y DE LA EXPLANADA

3.1. Introducción

A los efectos de definir la estructura del firme, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3.

Dado a que no se tienen suficientes datos geotécnicos del tramo a estudiar, se ha decidido hacer una hipótesis, en la que se toma como referencia un estudio geotécnico realizado en la localidad de Benisa, que dada a su cercanía con Pedreguer se va a suponer que sus suelos tienen las mismas características.

Los datos que se han cogido para el estudio del suelo y de la explanada son los resultados obtenidos de una muestra tomada con una calicata a 2,6 metros de profundidad. Estos resultados se adjuntan en el Apéndice 1.

3.2. Clasificación del suelo de la traza

En primer lugar antes de analizar el tipo de suelo que es, se tiene que comprobar que se pueden utilizar las tierras de la traza como terraplén y para ello deben cumplir al menos dos de las siguientes condiciones:

- 1) El material que pasa por el tamiz 20 UNE debe ser mayor del 70%.
- 2) El material que pasa por el tamiz 0,080 UNE debe ser mayor o igual al 35%

En este caso se cumplen las dos condiciones por lo que sí se puede utilizar el suelo de la traza como terraplén.

Para la clasificación del suelo se deberá seguir lo establecido por el artículo 330 del PG-3, donde se diferencian 5 tipos de suelos, seleccionado, adecuado, tolerable, marginal e inadecuado.

A continuación se analizará el tipo de suelo que se tiene en función de las condiciones que nos establece el PG-3, en el momento que no cumpla alguna de sus condiciones, inmediatamente se descarta ese suelo y se pasa a un suelo de categoría inferior, de manera que el suelo de mayor calidad es el seleccionado y el de peor el suelo inadecuado.

Comprobación de condiciones para cada suelo:

Suelo seleccionado:

| Condición | Muestra | Cumple SI/NO |
|-----------|----------|--------------|
| MO<0,2% | MO=0,43% | NO |

No puede ser suelo seleccionado al no cumplir los contenidos máximos de materia orgánica.

Suelo adecuado:

| Condición | Muestra | Cumple SI/NO |
|-------------|------------|--------------|
| MO<1% | MO=0,43% | SI |
| SS<0,2% | SS=0,1% | SI |
| D max<100mm | D max= 5mm | SI |
| #2<80% | #2=93% | NO |

Por lo que no puede ser suelo seleccionado al no cumplir que el porcentaje de material que pasa por el tamiz #2 UNE es mayor al 80%

Suelo tolerable:

| Condición | Muestra | Cumple SI/NO |
|---------------------------|--------------------------|--------------|
| MO<2% | MO=0,43% | SI |
| SS<1% | SS=0,1% | SI |
| Yeso<5% | Yeso=0,528% | SI |
| LL<65 | LL=40,8% | SI |
| IP>15,184 | IP=17 | SI |
| Asiento ensayo colapso<1% | Colapso=0,53% | SI |
| Hinchamiento libre<3% | Hinchamiento libre=0,79% | SI |

Por lo tanto al cumplir todas las condiciones, el suelo de la traza se trata de un suelo Tolerable.

3.3. Análisis de los tipos de explanada

Una vez que se ha determinado que el suelo de la traza es un suelo tolerable, la norma 6.1 IC: Secciones de firmes establece 9 opciones distintas para la formación de la explanada. Son las siguientes

Explanada E1:

- Opción 1: Colocar una capa de coronación de 60 cm de espesor de suelo adecuado.
- Opción 2: Colocar una capa de coronación de 45 cm de espesor de suelo seleccionado
- Opción 3: Colocar una capa de coronación de 25 cm de espesor de suelo estabilizado S-EST1 con cal.

Explanada E2:

- Opción 4: Colocar una capa de coronación de 75cm de espesor de suelo seleccionado.
- Opción 5: Colocar una capa de coronación de 50cm de espesor, compuesto por 25 cm de suelo estabilizado S-EST 2 y otros 25 cm de S-EST 1 con cal.
- Opción 6: Colocar una capa de coronación de 90 cm de espesor, compuesto de 40cm de suelo seleccionado sobre 50 cm de suelo adecuado.
- Opción 7: Colocar una capa de coronación de 50 cm de espesor, compuesto por 25 cm de suelo seleccionado sobre 25 cm de suelo estabilizado S-EST 1 con cal.

Explanada E3:

- Opción 8: Colocar una capa de coronación de 60 cm de espesor constituida por 30 cm de suelo seleccionado tipo 2 en la parte inferior y 30 cm de suelo estabilizado S-EST3 (estabilizado con cemento) en la parte superior.
- Opción 9: Colocar una capa de coronación de 80 cm de espesor de los cuales los 50 cm inferiores están constituidos por suelo adecuado y los 30 cm superiores son de suelo estabilizado S-EST3 (estabilizado con cemento).

Al estar dentro de las opciones la posibilidad de disponer un suelo estabilizado, se debe comprobar si el suelo se puede estabilizar con cal o con cemento, por ello se tiene que seguir lo dictado por el artículo 512 de suelos estabilizados in situ dentro del PG-3:

| 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 4 Granulometría del suelo en las estabilizaciones con cal. (Fuente: PG-3)

| TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) (normas UNE 103103 y UNE 103104) |
|----------------------------|--|
| S-EST1 | IP ≥ 12 |
| S-EST2 | 12 ≤ IP ≤ 40 |

Tabla 5: Plasticidad del suelo en las estabilizaciones con cal. (Fuente: PG-3)

| 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 6: Granulometría del suelo en las estabilizaciones con cemento (Fuente: PG-3)

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

Tabla 7: Plasticidad del suelo en las estabilizaciones con cemento (Fuente: PG-3)

| CARACTERÍSTICA | NORMA | UNIDAD | TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | | |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------|----------------------------|--------|--------|
| | | | S-EST1 | S-EST2 | S-EST3 |
| MATERIA ORGÁNICA (MO) | UNE 103204 | % en masa | < 2 | < 1 | |
| SULFATOS SOLUBLES (SO ₃) | UNE 103201 ^(*) | % en masa | < 0,7 ^(**) | | |

Tabla 8: Composición química del suelo (Fuente: PG-3)

| Características del suelo de cantera | |
|--------------------------------------|------|
| Materia Orgánica (MO) | 0,5% |
| Sulfatos Solubles (SO ₃) | 0,1% |
| Índice de Plasticidad (IP) | 12 |
| Límite Líquido (LL) | 30 |
| #80 | 100% |
| #2 | 63% |
| #0,063 | 34% |

Al no tener desmante suficiente como para realizar la estabilización in situ, se deberá recurrir a tierras de préstamo para poder ejecutar la opción de suelo estabilizado. Por ello se ha contactado con la cantera Garganta II de Lorenzo Andrés Vallés. Al comprobar las características del suelo de la cantera se deduce que se puede estabilizar con cemento, pero no se puede estabilizar con cal, pues no cumple las condiciones de plasticidad.

Por consiguiente, tanto el suelo S-EST 1 como el S-EST 2 como el S-EST 3 se pueden estabilizar con cemento ya que cumplen todas las condiciones. La cantidad de conglomerante mínima a disponer viene determinado por normativa:

| CARACTERÍSTICA | UNIDAD | NORMA | TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | | |
|----------------------------|--------------------------|-------|----------------------------|--------|--------|
| | | | S-EST1 | S-EST2 | S-EST3 |
| CONTENIDO DE CONGLOMERANTE | % en masa del suelo seco | | ≥ 2 | ≥ 3 | |

Tabla 9: Contenido mínimo de conglomerante (Fuente: PG-3)

En primera instancia se tienen tres posibilidades de ejecución de explanada E1, E2 y E3.

Previo a la analización de precios se ha de considerar:

-Al estar proyectando una vía de servicio y al no tener un gran tráfico se escogerá la opción más barata.

-Los materiales que se van a utilizar no se encuentran en la traza, por lo que se tendrán que coger de préstamos para poder llevar a cabo la explanada. Por ello se ha de localizar la cantera más cercana para traer las tierras necesarias. En este caso, por proximidad se ha elegido la cantera Garganta II situada en la provincia de Alicante, en el municipio de Teulada, en la carretera N-332 en el

kilómetro 183,5. Esta cantera está aproximadamente a menos de 10 kilómetros de la zona de actuación. Se ha pedido presupuesto a la cantera que se adjunta en el Apéndice 1.

3.3.1 Análisis de los precios de explanada

Para realizar el análisis de precios se tiene que saber:

- La densidad del suelo seleccionado y del suelo adecuado es de 2,1 Tn/m³, y al multiplicarlo por el precio proporcionado por la cantera se obtiene el precio unitario en €/m².
- El contenido en cemento será el 3% del contenido en masa del suelo y sabiendo que la densidad del cemento es de 3,15 Tn/m³ y su precio es de 71,18 €/Tn se obtiene que el precio unitario es de 224,217€/m³.
- En el caso del S-EST 1 Y el S-EST 2 se descartará la opción de estabilizar con cal ya que no cumple por normativa, por lo cual se analizará la posibilidad de estabilizar con cemento.
- El S-EST 3 solo se puede estabilizar con cemento por lo que se analizará dicha opción.

Explanada E1:

| OPCIÓN 1 | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|------------------------------------|---------------------|----------------------|
| 60 cm de espesor de suelo adecuado | 6,3€/m ³ | 3,78€/m ² |

| OPCIÓN 2 | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------|
| 45cm de espesor de suelo seleccionado | 6,3€/m ³ | 2,835 €/m ² |

| OPCIÓN 3 | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---|--------------------|----------------------|
| 25cm de espesor de suelo estabilizado S-EST 1 con cemento | 14€/m ³ | 3,5 €/m ² |

Explanada E2:

| OPCIÓN 4 | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------|
| 75cm de espesor de suelo seleccionado | 6,3€/m ³ | 4,725 €/m ² |

| OPCIÓN 5 | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 25cm de espesor de suelo estabilizado S-EST 2 cemento | 14,75€/m ³ | 3,69 €/m ² |
| 25cm de espesor de suelo estabilizado S-EST 1 con cemento | 14€/m ³ | 3,5 €/m ² |
| | | 7,19€/m ² |

| OPCIÓN 6 | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|--|---------------------|-----------------------|
| 40cm de espesor de suelo seleccionado | 6,3€/m ³ | 2,52 €/m ² |
| 50cm de espesor de suelo adecuado | 6,3€/m ³ | 3,15 €/m ² |
| | | 5,67€/m ² |

| OPCIÓN 7 | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|--|---------------------|------------------------|
| 25cm de espesor de suelo seleccionado. | 6,3€/m ³ | 1,575 €/m ² |
| 25cm de espesor de suelo estabilizado S-EST 1 con cemento | 14€/m ³ | 3,5 €/m ² |
| | | 5,075€/m ² |

Explanada E3:

| OPCIÓN 8 | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|--|---------------------|-----------------------|
| 30cm de espesor de suelo estabilizado S-EST 3 con cemento | 15€/m ³ | 4,5 €/m ² |
| 30cm de espesor de suelo seleccionado. | 6,3€/m ³ | 1,89 €/m ² |
| | | 6,4€/m ² |

| OPCIÓN 9 | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|--|---------------------|-----------------------|
| 30cm de espesor de suelo estabilizado S-EST 3 con cemento | 15€/m ³ | 4,5 €/m ² |
| 50cm de espesor de suelo seleccionado. | 6,3€/m ³ | 3,15 €/m ² |
| | | 7,65€/m ² |

3.4. Análisis de los tipos de firme

Ante la opción que se tiene de ejecutar una explanada E1, una explanada E2 y una explanada E3 , ahora se va a analizar los firmes que son compatibles con el suelo de la traza y con la realización de estos dos tipos de explanadas, haciendo un comparativo de precios para saber cual es la más económica.

Para la elección del firme se debe comprobar si se pueden emplear, suelo cemento o gravacemento, para ello se toma de referencia lo establecido en el artículo 510 del PG-3. A continuación se establecerá si se cumplen las condiciones para usar estos materiales:

Suelo cemento y grava cemento

Según el artículo 513.2.3.3 Plasticidad del PG-3, para que se pueda utilizar suelocemento debería cumplir que el límite líquido sea inferior a 30 y el índice de plasticidad inferior a 12, y en este caso no cumple ninguna de las dos, pues el LL=40,8 y el IP=17. Además tampoco sería coherente utilizar suelocemento ya que no hay volumen suficiente que justifique la instalación de una planta de suelocemento, sumándole a esto el distinto comportamiento que presenta el firme de suelocemento en las conexiones con la nacional que está formada por zahorras.

En el caso de gravacemento es incluso más restrictivo, pues el LL<25 y IP<6.

Por consiguiente, se tienen que descartar las opciones de realizar el firme con suelocemento y gravacemento al no cumplir con lo establecido en la normativa.

Las posibilidades de firme para el tráfico T31 son las siguientes:

Explanada E1:

- Opción 3111: 20 cm de mezcla bituminosa sobre 40 cm de zahorra artificial.
- Opción 3114: 21 cm de hormigón de firme sobre 30 cm de zahorra artificial.

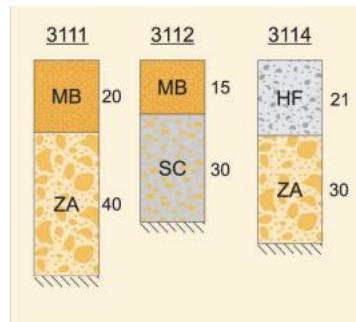


Imagen1 : Sección de firme (Fuente: PG-3)

Explanada E2:

- Opción 3121: 16 cm de mezcla bituminosa sobre 40 cm de zahorra artificial.
- Opción 3124: 21 cm de hormigón de firme sobre 25 cm de zahorra artificial.

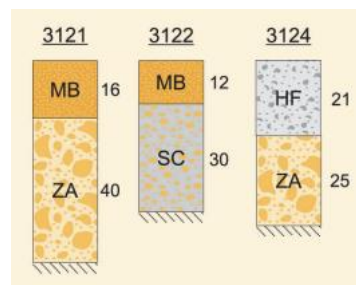


Imagen 2: Sección de firme (Fuente: PG-3)

Explanada E3:

- Opción 3131: 16 cm de mezcla bituminosa sobre 25 cm de zahorra artificial.
- Opción 3134: 21 cm de hormigón de firme sobre 20 cm de zahorra artificial.

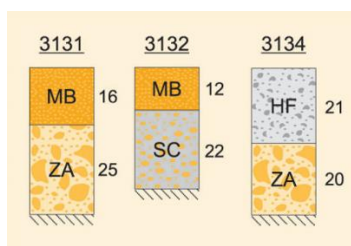


Imagen 3: Sección de firme (Fuente: PG-3)

La opción 3114, 3124 y 31234 se descarta ya que al tratarse de la ejecución de vías de servicio no es necesario una capa de rodadura de hormigón dado a que el tráfico que se va a utilizar no necesita una capa de rodadura tan rígida, ya que esta solo se utiliza para zonas que necesitan una capacidad portante muy alta como es el caso de aeropuertos.

En primer lugar la norma 6.1 IC: Secciones de firmes, indica cuales deben ser los espesores mínimos para cada capa, rodadura, intermedia y base. Se pueden ver en la siguiente tabla:

| 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 | | |

Tabla 9: Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente (Fuente: Norma 6.1 IC)

Al tratarse de una zona pluviométrica poco lluviosa no se dispondrán mezclas drenantes (PA), al tener un nivel de tráfico T31, un tráfico se elige disponer un tipo de mezclas S para la capa de rodadura e intermedia y una mezcla G para la base.

Para la opción 3111 la capa superficial del paquete de firmes estará compuesta por:

- Capa de rodadura : 6cm de espesor formado por un AC 22 surf S
- Capa intermedia: 6cm de espesor formado por un AC 22 bin S
- Capa base : 8cm de espesor formado por un AC 32 base G

Para la opción 3121 la capa superficial del paquete de firmes estará compuesta por:

- Capa de rodadura : 6cm de espesor formado por un AC 22surf S
- Capa intermedia: No se dispone en esta opción
- Capa base : 10 cm de espesor formado por un AC 32 base G

Para la opción 3131 la capa superficial del paquete de firmes estará compuesta por:

- Capa de rodadura : 6cm de espesor formado por un AC 22surf S
- Capa intermedia: No se dispone en esta opción
- Capa base : 10 cm de espesor formado por un AC 32 base G

3.4.1 Ligantes bituminosos

Para la elección del ligante bituminoso se ha de tener en cuenta la zona estival donde se encuentre la carretera a disponer y el tipo de tráfico que se tiene, en este caso se encuentra en una zona térmica estival Media y con un tráfico T31. Con la siguiente tabla se determinan los ligantes a disponer en cada capa:

| ZONA TÉRMICA ESTIVAL | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | | | | |
|----------------------------|--|----|--|--|----------------------------|----------------------------|
| | T00 | T0 | T1 | T2 y T31 | T32 y ARCENES | T4 |
| CÁLIDA | 35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65 | | 35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65 | 35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60 | 50/70 BC50/70 | |
| MEDIA | 35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65 | | 35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60 | 50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 | 50/70 70/100 BC50/70 | 50/70 70/100 BC50/70 |
| TEMPLADA | 50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65 | | 50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60 | | | |

Tabla 10: Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y siguiente. (Fuente: PG-3)

La dotación mínima de ligante hidrocarbonado para mezclas bituminosas en caliente será en función de lo establecido en la siguiente tabla:

| TIPO DE CAPA | TIPO DE MEZCLA | DOTACIÓN MÍNIMA (%) |
|-------------------|--------------------|---------------------|
| RODADURA | densa y semidensa | 4,50 |
| INTERMEDIA | densa y semidensa | 4,00 |
| | alto módulo | 4,50 |
| BASE | semidensa y gruesa | 4,00 |
| | alto módulo | 4,75 |

Tabla 11: Dotación mínima de ligante . (Fuente: PG-3)

Para la opción 3111 los ligantes a disponer para cada capa son:

- Rodadura: BC 50/70, el 4,5% sobre el peso del árido

- Intermedia: BC 50/70, el 4% sobre el peso del árido
- Base: BC 50/70, el 4% sobre el peso del árido

Para la opción 3121 los ligantes a disponer para cada capa son:

- Rodadura: BC 50/70 el 4,5% sobre el peso del árido
- Base: BC 50/70 el 4% sobre el peso del árido

Para la opción 3131 los ligantes a disponer para cada capa son:

- Rodadura: BC 50/70 el 4,5% sobre el peso del árido
- Base: BC 50/70 el 4% sobre el peso del árido

3.4.2 Riegos

Los riegos en carreteras consisten en aplicar una emulsión bituminosa sobre una capa de firme para conseguir garantizar la adherencia entre capas y el correcto curado de capas de firme tratadas con cemento.

3.4.2.1. Riego de adherencia

Un riego de adherencia se define como la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos previa a la colocación sobre esta de una capa bituminosa.

Teniendo en cuenta la categoría del tráfico pesado (T31), se utilizará una emulsión bituminosa catiónica convencional, concretamente la denominada C60B3 ADH.

La dotación del riego de adherencia será de 0,5kg/m².

3.4.2.2. Riego de imprimación

Según lo establecido en el Pliego de Carreteras PG-3, consiste en la aplicación de un ligante fluido sobre una superficie no tratada, que puede ser una capa granular o la explanada.

Su función consiste en preparar la superficie y garantizar la adherencia entre una emulsión bituminosa y una capa granular.

Como riego de imprimación en este caso se utilizará , C50BF5 IMP.

La dotación del riego de imprimación será de 1,5 kg/m2.

3.4.3 Precios de firmes

Una vez analizado la explanada y el paquete nos quedan tres opciones de explanada a realizar, para saber cual elegir, se debe hacer una comparación de los precios de cada opción para poder escoger aquella que sea más económica, se realizará con los precios unitarios.

Para este análisis se cogerá para la explanada E1, E2 y E3 aquellas opciones que sean más baratas.

- Para la sección 3111 se ha propuesto la siguiente composición:

| | <i>Espesor</i> | <i>Capa</i> | <i>Material</i> | <i>Precio Unitario(€/t)</i> | <i>Importe(€/m2)</i> |
|-------------------------------------|----------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|
| Sección <i>Firme</i> 3111 | 6cm | Rodadura | AC 22 Surf S | 26 | |
| | | | + | + | 7,14 |
| | | | BC 50/70 | 480x0,045 | |
| | | Riego de adherencia | C60B3 ADH | 369,7 | 0,18485 |
| | 6cm | Intermedia | AC 22 BIN S | 26,44 | |
| | | | + | + | 6,71 |
| | | | BC 50/70 | 0,04x480 | |
| | | Riego de adherencia | C60B3 ADH | 369,7 | 0,18485 |
| | 8cm | Base | AC 32 base G | 26,47 | |
| | | | + | + | 9,134 |
| | | | BC 50/70 | 0,04x480 | |
| | | Riego de imprimación | C50 BF5 IMP | 356,97 | 0,535 |
| | 40cm | Subbase | Zahorra artificial | 4 | 3,68 |
| Total | | | | | 27,57 €/m2 |

Nota: Para obtener €/m² se ha multiplicado en el caso de la capa de rodadura por la densidad que es 2,5 t/m³ por el espesor y tanto para la capa intermedia como para la base por 2,45 t/m³ por su espesor. Para la capa de zahorra se ha multiplicado por su densidad, 2,3 T/m³.

- Para la sección 3121 se ha propuesto la siguiente composición:

| | <i>Espesor</i> | <i>Capa</i> | <i>Material</i> | <i>Precio unitario(€/T)</i> | <i>Importe (€/m²)</i> |
|-------------------------------------|----------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Sección <i>Firme</i> 3121 | 6cm | Rodadura | AC 22 Surf S | 26€/t | 7,14 |
| | | | +. BC 50/70 | + 480x 0,045 | |
| | | Riego de adherencia | C60B3 ADH | 369,7 | 0,18485 |
| | 10 cm | Base | AC 32 base G | 26,47 | 11,189 |
| | | | +. BC 50/70 | + 480x0,04 | |
| | | Riego de imprimación | C50 BF5 IMP | 356,97 | 0,535 |
| 40cm | | Subbase | Zahorra artificial | 4 | 3,68 |
| Total | | | | | 22,73 €/m² |

- Para la sección 3131 se ha propuesto la siguiente composición:

| | Espesor | Capa | Material | Precio unitario(€/T) | Importe (€/m2) |
|------------------------------|---------|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| Sección Firme 3131 | 6cm | Rodadura | AC 22 Surf S | 26 | |
| | | | +. BC 50/70 | + 480x 0,045 | 7,14 |
| | 10 cm | Riego de adherencia | C60B3 ADH | 369,7 | 0,18485 |
| | | Base | AC 32 base G | 26,47 | |
| | | | + BC 50/70 | + 480x0,04 | 11,189 |
| | | Riego de imprimación | C50 BF5 IMP | 356,97 | 0,535 |
| | 25cm | Subbase | Zahorra artificial | 4 | 2,3 |
| Total | | | | | 21,34 €/m2 |

3.5 Solución propuesta

Por lo tanto, tras analizar los precios entre la explanada E1, E2 y E3, junto con cada uno de sus posibles firmes, es decir comparando el precio de la explanada E1 con su firme 3111, la explanada E2 junto con el firme 3121 y la explanada E3 con su firme 3131 se escogerá la explanada E2 junto con su firme 3121 con un precio de 27,45 €/m2 mientras que la explanada E1 con el firme 3111 se quedaba con un precio de 30,4 €/m2 y la Explanada E3 con el firme 3131 con un precio de 27,74 €/m2.

Una vez que ya sabemos cual es la opción de explanada más barata al obtener una oferta de la cantera Garganta II de Lorenzo Vallés y comparando las dos posibles opciones que tenemos de firme se obtiene que la solución propuesta es la siguiente:

- Se realizará una explanada E 2 formada por una capa de coronación de 75 cm de espesor de suelo seleccionado. Sobre ésta se ejecutará la sección 3121 de firmes formado por 16cm de mezcla bituminosa sobre 40 cm de zahorra artificial.

Sección definitiva :

| Sección de firme 3121 | | |
|-----------------------|----------------------|--------------------|
| Espesor | Capa | Material |
| 6cm | Rodadura | AC 22 Surf S |
| | Riego de adherencia | C60B3 ADH |
| 10 cm | Base | AC 32 base G |
| | Riego de imprimación | C50 BF5 IMP |
| 40cm | Subbase | Zahorra artificial |
| 75cm | Explanada | Suelo seleccionado |
| | Suelo subyacente | Suelo tolerable |

Tabla 12: Sección del firme propuesta (Fuente: elaboración Propia)

APÉNDICE 1



C/. ALTEA, 5
03725 TEULADA
(Alicante)

OFICINA: 96 574 06 86
FAX: 96 574 10 70
CANTERA: 96 574 01 95

ORTHEM, S.A.
A/A. MANOLO MARTINEZ

Teulada, 25 de junio de 2019.

Muy Sres. nuestros:

Tal como nos solicita, seguidamente le pasamos nuestros precios para la obra "**OBRAS EN PEDREGUER PK 192-195**" y estos son los siguientes:

| | |
|---------------------------|------------------|
| ZAHORRA | 4,00 €/TM |
| SUELO SELECCIONADO | 3,00 €/TM |
| SUELO ADECUADO | 3,00 €/TM |

PORTES A PEDREGUER 3,75 €/TM EN BAÑERA

Estos precios se revisarán semestralmente viéndose incrementados con los impuestos vigentes en cada momento.

Cualquier pedido-contrato por parte del cliente, se firmará **ANTES DEL COMIENZO DEL SUMINISTRO**.

Oferta válida durante un mes. En caso de aceptación, es necesario devolver la presente oferta, firmada y sellada.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para saludarles muy atentamente.

LORENZO ANDRÉS VALLÉS, S.L.

ORTHEM, S.A.

De conformidad con lo que establece la ley Orgánica 15/1999 de protección de datos de carácter Personal, le informamos que sus datos personales serán incluidos dentro de un fichero automatizado bajo la responsabilidad de esta empresa, con la finalidad de poder atender los compromisos derivados de la relación que mantenemos con usted. Puede ejercer sus derechos de acceso, cancelación, rectificación y oposición mediante un escrito dirigido a la dirección mencionada. Si en el plazo de 30 días no nos comunica lo contrario, entenderemos que los datos no han sido modificados, que se compromete a notificarnos cualquier variación y que tenemos el consentimiento para utilizarlos a fin de poder fidelizar la relación entre ambas partes.