



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESTUDIO DEL TRAZADO Y PROPUESTA DE ADECUACIÓN DE LA CARRETERA N-340, ENTRE EL PK 833+000 (T.M. DE BELLÚS)
Y EL PK 838+600 (T.M. DE XÀTIVA), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJO N.º 5

DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME

AUTOR: *ANTONI PRATS CERVERÓ*

TUTOR: *FRANCISCO JAVIER CAMACHO TORREGROSA*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN- 5

2. -DATOS DE PARTIDA. 5

3. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA. 5

3.1. ZONA 2, PK 833+644 A PK 837+888..... 5

3.1.1. Explanada en desmonte:..... 5

3.1.2. Uso de la roca sobrante procedente de la excavación. 5

3.1.3. Explanada en terraplén..... 6

3.2. ZONA 3, PK 837+888 A PK 838+600..... 6

3.2.1. Explanada en desmonte..... 6

3.3. TRAMO 1, PK 833+000 A PK833+644..... 7

3.3.1. Explanada en desmonte..... 8

4. DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME. 8

4.1. CALZADA..... 8

4.2. ARCENES..... 9

4.3. MEZCLAS BITUMINOSAS. 9

4.3.1. Capas de mezcla bituminosa..... 9

4.3.2. Ligante bituminoso. 10

4.3.3. Riegos..... 10

4.3.4. Detalle del firme 3112 en calzada y arcén. 10

4.3.5. Detalle del firme 3122 en calzada y arcén. 10

4.3.6. Detalle del firme 3132 en calzada y arcén. 10

4.4. APROVECHAMIENTO DEL FIRME EXISTENTE..... 10

5. CONCLUSIONES.....11

6. BIBLIOGRAFÍA.11

APÉNDICE 1: FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

APÉNDICE 2: CATALOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS T3 Y T4.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categoría de tráfico pesado T3 y T4 8

Tabla 2. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente 9

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.Explanada E3 con Roca 5

Ilustración 2. Explanada E3 sobre suelo seleccionado tipo 3. 6

Ilustración 3. Explanadas E1 sobre suelo tolerable. 6

Ilustración 4. Explanadas E2 sobre suelo tolerable. 6

Ilustración 5. Explanada E1 sobre suelo tolerable estabilizado con cal tipo 1. 6

Ilustración 6. Explanada E1 de suelo adecuado sobre suelo tolerable. 7

Ilustración 7. Explanada E1 de suelo seleccionado tipo 2 sobre suelo tolerable..... 7

Ilustración 8. Explanadas E2 de suelos adecuados y seleccionados sobre suelo tolerable. 7

Ilustración 9. Explanadas E2 sobre suelos seleccionados. 7

Ilustración 14. Secciones de firme categoría de tráfico T31 y explanada E1. 8

Ilustración 15. Secciones de firme categoría de tráfico T31 y explanada E2. 8

Ilustración 16. Secciones de firme categoría de tráfico T31 y explanada E3 8

Ilustración 18. Detalle firme 3112 en calza y arcén. 10

Ilustración 19. Detalle de firme 3122 en calzada y arcén..... 10

Ilustración 20. Detalle de firme 3132 en calzada y arcén..... 10

1. Introducción-

En el presente anejo se estudiará la disposición de las distintas posibilidades de explanadas y paquete de firmes, de acuerdo a la documentación expuesta en el anejo Geología y Geotecnia, y teniendo en cuenta el movimiento de tierras de la propuesta de trazado.

Para ello, se seguirán las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y la Norma 6.1 IC: Secciones de Firmes.

2. -Datos de partida.

Como se ha visto en el Anejo 2 *Geología y Geotecnia* el área sobre la que transcurre el tramo de la N-340 se divide en tres zonas geológicamente distintas:

- Zona 1: del PK 833+000 hasta aproximadamente el PK 833+644, ocupada por limos.
- Zona 2: abarca la mayor parte del trazado, del PK 833+644 hasta el PK 837+888. Compuesta por calizas de distintas variedades.
- Zona 3: hasta el PK 838+600 constituida por margas, facies TAP.

La existencia de roca caliza de buena calidad en la mayor parte de la traza de la carretera ha favorecido la disposición del desmonte frente al terraplén en el diseño de la propuesta de adecuación. Por tanto, como se puede observar en los planos del perfil longitudinal, la rasante de la carretera se encuentra, generalmente, por debajo de la línea de terreno, con el fin de disponer taludes verticales que supongan un menor movimiento de tierras.

El tercer tramo se identifica con suelos tolerables y seleccionados, según se ha estimado en el Anejo *Geología y Geotecnia*, por proximidad y coincidencia en la estratigrafía al estudio geotécnico que se asienta sobre la traza de la propia N-340, a 5 km de distancia en la población de Alfarrasí.

En el PK 835+600 se encuentra una cantera de calizas y en el tramo de la N-340 que une la población de Bellús con Alfarrasí se encuentran yacimientos naturales de materiales granulares gruesos donde pueden ser extraídos materiales adecuados o seleccionados susceptibles de ser utilizados en la ejecución de la explanada, tal y como nos indica el estudio geotécnico del apéndice del anejo 2.

3. Formación de la explanada.

A continuación, se analizará la disposición de la explanada más idónea, desde un punto de vista técnico-económico, para cada una de las zonas geológicas.

Para una mejor comprensión, se ha decidido empezar por la Zona 2, debido a que condiciona el establecimiento de la explanada en las otras zonas.

En cada caso se diferenciará el desmonte del terraplén, ya que las soluciones serán distintas.

En el Apéndice 1 asociado este anejo se recogen las distintas categorías de explanada, 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 de acuerdo con la Norma 6.1 IC.

3.1. Zona 2, PK 833+644 a PK 837+888.

Constituida por roca caliza de buena calidad contiene los desmontes de mayor profundidad, de hasta 25 metros.

El PG 3 a través del artículo 322 *Excavación Especial De Taludes En Roca* contiene todas las especificaciones necesarias para su correcta realización y define este tipo de excavación como:

<<El conjunto de operaciones necesarias para la excavación de taludes y parámetros definitivos en roca mediante perforación y voladura, preservando las características naturales de la roca, al limitar niveles de cargas de explosivo cercanas a dichos taludes y paramentos que puedan producir fisuraciones y/o alteraciones inadmisibles, según las reglas de buena práctica de la técnica de voladuras.

Dichas operaciones comprenden la excavación por voladuras del volumen de roca próximo a paramentos definitivos, tanto se realice conjuntamente con la destroza, o se ejecute en fase posterior, también llamada de refino. Tal volumen de roca es cuantificable en función de la estructura y tipos de roca, del diámetro de perforación y carga de explosivo de los barrenos de la destroza, así como de las secuencias de encendido y del tipo de voladura suave, precorte o recorte, proyectada para la ejecución del paramento definitivo. >>

3.1.1. Explanada en desmonte:

Cuando se trata de roca la norma 6.1 IC establece la disposición de la explanada de la ilustración 1:

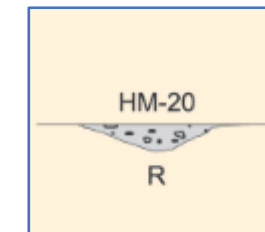


Ilustración 1. Explanada E3 con Roca

Sobre la roca se extenderá una capa de 10 cm Hormigón en masa con una resistencia característica mínima a compresión a los 28 días de 20 N/mm² que cumpla las especificaciones del artículo 610 del PG-3 y las de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE). Se trata de una capa de regularización de la excavación.

3.1.2. Uso de la roca sobrante procedente de la excavación.

El tramo de la propuesta de adecuación sobre la Zona 2 se encuentra en desmonte, a excepción de una zona de 57 metros de longitud localizada en el PK 836+500 (se puede observar esta zona en la hoja 7 del plano 2.2) en la que es necesario rellenar para alcanzar la rasante.

Puesto que el volumen de desmonte es muy superior al de terraplén, para su compensación se tratará de utilizar los metros cúbicos de roca caliza extraída como relleno tipo pedraplén, árido grueso para hormigón, estabilización con cemento y zahorra artificial o suelo-cemento, en función de lo que se disponga en el paquete de firme.

Para ello será necesario establecer con la mayor proximidad posible a la obra una planta de machaqueo de áridos y medios para fabricar aglomerado y, en su caso, suelo-cemento.

Otra posibilidad, teniendo en cuenta la existencia de una cantera, es tratar de firmar un convenio a través del cual sea posible realizar el machaqueo de la roca en la propia cantera. Y seguidamente transportar el material con la granulometría correspondiente para su uso a la planta para la fabricación del hormigón.

3.1.3. Explanada en terraplén.

En aquellos puntos donde sea necesario rellenar se utilizará el pedraplén tratado en planta proveniente de la excavación en roca, tal y como se ha explicado.

El apartado 5.2 de la Norma 6.1 IC establece que << A los efectos de aplicación de esta norma, los pedraplenes (artículo 331 del PG-3) y los rellenos todo-uno (artículo 333 del PG-3), salvo que se proyecten con materiales marginales de los definidos en el artículo 330 del PG-3, serán asimilables a los suelos tipo 3>>.

Es decir, el propio pedraplén constará como suelo seleccionado tipo 3. Esto da lugar la disposición a la explanada de la ilustración 2:

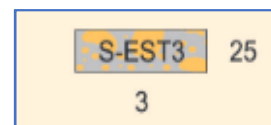


Ilustración 2. Explanada E3 sobre suelo seleccionado tipo 3.

Se trata de una explanada constituida por 25 cm de suelo estabilizado in situ con cemento S-EST3.

Para ello, se utilizará el rechazo procedente del machaqueo de la roca del desmonte constituido por material estéril para estabilizar con cemento. El material deberá cumplir las especificaciones del artículo 512 *Suelos Estabilizados in Situ* del PG-3.

En todas aquellas áreas donde sea necesario terraplenar se hará uso de la explanada anterior.

3.2. Zona 3, PK 837+888 a PK 838+600

En este caso se estudiarán las distintas posibilidades de explanada atendiendo a la clasificación del suelo según el artículo 330 del PG-3, y las características obtenidas de los distintos ensayos de las calicatas extraídas del estudio geotécnico, localizado en el Apéndice 1 del Anejo 2 *Geología y Geotecnia*.

3.2.1. Explanada en desmonte.

• Calicata 1:

- Suelo aciloso con fracción arenosa
- Clasificado como tolerable según el artículo 330 del PG-3.
- Cumple granulometría para ser estabilizado como suelo tipo S-EST1 y S-EST2 con cal, pero **no cumple** como suelo tipo S-EST1, S-EST2 y S-EST3 con cemento según las tablas 512.a y 512.b del artículo 512 *Suelos Estabilizados In Situ* del PG-3.
- Cumple composición química por % en masa de materia orgánica (MO) y Sulfatos solubles (SO₃) para ser estabilizado como suelo tipo S-EST1, S-EST2, según la tabla 512.2 del PG-3.

- Cumple plasticidad para ser estabilizado como suelo tipo S-EST1 y S-EST2 con cal, según la tabla 512.3.a del PG-3.
- Cumple índice CBR a 7 días .

Explanadas posibles:

- E1

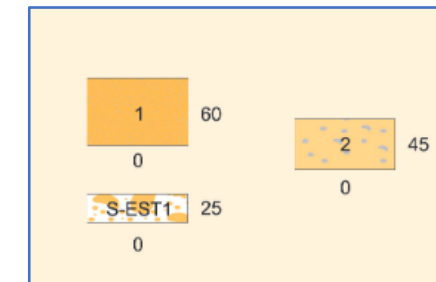


Ilustración 3. Explanadas E1 sobre suelo tolerable.

- E2

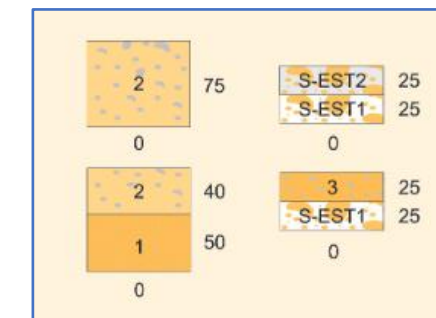


Ilustración 4. Explanadas E2 sobre suelo tolerable.

La opción de la doble estabilización mejoraría notablemente la competencia del suelo, pero acarrea mayores gastos de ejecución. También se descarta la disposición de suelos adecuados y seleccionados por su necesidad de transporte a la zona.

La estabilización in situ con cal sobre un suelo pulverulento como lo son las margas facies TAP, reacciona mejorando mucho su competencia. Por tanto, se dispondrá una explanada E1 con 25 cm de suelo estabilizado tipo 1 con cal.

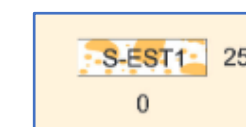


Ilustración 5. Explanada E1 sobre suelo tolerable estabilizado con cal tipo 1.

- **Calicata 2:**

- Suelo arcilloso con fracción arenosa.
- Clasificado como tolerable según el artículo 330 del PG-3.
- Cumple granulometría para ser estabilizado como suelo tipo S-EST1 y S-EST2 con cal, pero **no cumple** como suelo tipo S-EST1, S-EST2 y S-EST3 con cemento según las tablas 512.a y 512.b del artículo 512 *Suelos Estabilizados In Situ* del PG-3.
- No cumple plasticidad para ser estabilizado como suelo S-EST1 y S-EST2 con cal según la tabla 512.a.3 del PG-3.

Por tanto, las explanadas posibles son las siguientes:

- E1:

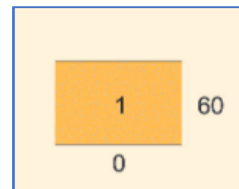


Ilustración 6. Explanada E1 de suelo adecuado sobre suelo tolerable.

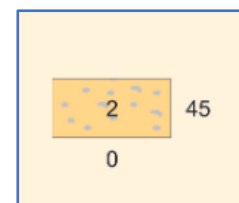


Ilustración 7. Explanada E1 de suelo seleccionado tipo 2 sobre suelo tolerable

- E2:

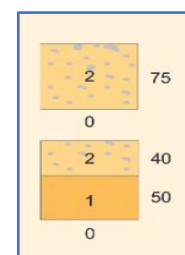


Ilustración 8. Explanadas E2 de suelos adecuados y seleccionados sobre suelo tolerable.

Se descartan las opciones de explanada E2, ya que su ejecución será económicamente más costosa.

Sobre el suelo tolerable de la traza se deben aportar suelos adecuados o seleccionados, que como se menciona en el estudio geotécnico se pueden extraer de los yacimientos naturales que se encuentran en el tramo de la N-340 que une la población de Bellús con Alfarrasí.

Sin embargo, dado que es necesario aportar material igualmente, se aprovechará el pedraplén procedente de la roca excavada en la zona 2. Constituyendo la explanada de la ilustración 2.

- **Calicata 3**

- Compuesta por gravas mal graduadas con matriz arcillosa de baja plasticidad.
- Clasificado como suelo seleccionado según el artículo 330 del PG-3.
- No cumple granulometría para ser estabilizado como suelo tipo S-EST1 y S-EST2 con cal, ni para ser estabilizado como suelo S-EST1, S-EST2 y S-EST3 con cemento según las tablas 512.a y 512.b del PG-3.

Por tanto, explanada posible:

- E2:

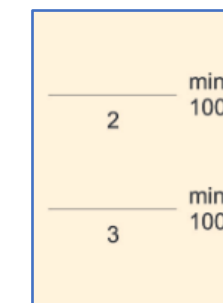


Ilustración 9. Explanadas E2 sobre suelos seleccionados.

No será necesario realizar el ensayo CBR, en caso de que sobre la traza del tramo 3 se encuentre este tipo de suelo, ya que en ambas explanadas se deben disponer mínimo 100 cm.

A falta de conocer el tipo de suelo, de las tres calicatas, que se encontrará en la Zona Geológica 3 de la propuesta de trazado, se utilizará para la valoración económica la explanada que implique un coste económico menor. Siendo en este caso la explanada de la ilustración 5 correspondiente a la calicata 1.

3.3. Tramo 1, PK 833+000 a PK833+644.

De esta zona no se dispone de ningún ensayo que informe de las características de suelo de la traza. Se sabe, como queda reflejado en el anejo 2 Geología y Geotecnia, que se compone de un estrato de limos rosados carbonatados.

Los limos en contacto con el agua se colapsan y se reordenan sus partículas dando lugar a asentamientos. Por tanto, sería necesario realizar un ensayo de colapso para conocer cómo se comporta el suelo cuando se encuentra semisaturado.

Se ha asumido que el estrato limoso tiene características que lo asimilan a un suelo de tipo tolerable en la clasificación de suelos del artículo 330 del PG-3. En cualquier caso, se recomienda ensayar en laboratorio una muestra de la zona, y en caso de tratarse de un suelo marginal será necesario aportar material de otras zonas.

En consecuencia, se ha decidido que lo más recomendable, teniendo en cuenta que se trata de un material granular, sea estabilizar con cal. Tras un proceso de saneo en el que los fondos del estrato se someterán a un tratamiento de preconsolidación y compactación vibratoria.

3.3.1. Explanada en desmonte.

Se dispondrá, por tanto, de una explanada E1 de 25 cm de suelo estabilizado con cal S-EST1 como se puede observar en la ilustración 5.

4. Dimensionamiento del firme.

4.1. Calzada.

La norma 6.1 IC establece una serie de secciones de firme en función de la categoría de tráfico pesado y la categoría de explanada que se encuentran en el Apéndice 2 asociado a este anejo.

La categoría de tráfico se obtiene de las tablas 1.A y 1.B de la norma, en ellas se obtiene dicha categoría en función de la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el carril de proyecto para el año de puesta en servicio

Del anejo 1 Estudio del tráfico se extrae un porcentaje de pesados del 29.7 % que corresponde a 256 vhp/día. Por tanto, para el carril de proyecto, teniendo en cuenta que la propuesta de trazado consta de una calzada con doble sentido de circulación, será de 128 vhp/día, cifra que se encuentra dentro del intervalo de la categoría de tráfico **T31** como se puede observar en la ilustración 13:

Tabla 1. Categoría 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

Para una categoría de tráfico T31, la norma 6.1 IC establece las siguientes secciones de firme:

- E1:

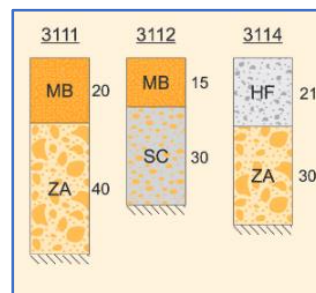


Ilustración 10. Secciones de firme categoría de tráfico T31 y explanada E1.

- E2:

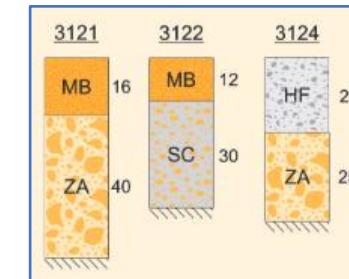


Ilustración 11. Secciones de firme categoría de tráfico T31 y explanada E2.

- E3:

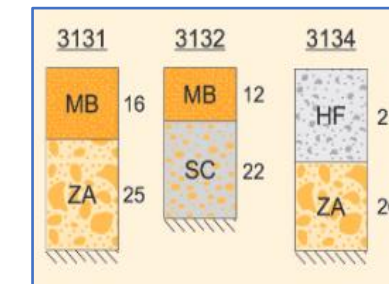


Ilustración 12. Secciones de firme categoría de tráfico T31 y explanada E3

El uso de hormigón de firmes está prácticamente en desuso y, además, las funciones estructurales y portantes de los firmes con mezcla bituminosa son mejores, por tanto, los paquetes de firme con hormigón 3114 y 3134 quedan descartados.

Para decidir si se va a usar Zahorra Artificial o Suelo-Cemento como cimiento del firme será necesario hacer una comparación del coste que tendría disponer un paquete de firme u otro. Para ello, se extraen los precios de referencia de la Orden Circular 37/2016 *BASE DE PRECIOS DE REFERENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS*, disponible en la web del Ministerio de Fomento.

Se realiza la comparación para el tramo 2, de 4200 metros de longitud:

- Está constituido por una explanada E3 tanto en desmonte como en terraplén. Luego, los firmes posibles son el 3131 y 3132. El precio
- El precio de la Zahorra Artificial es de 18.19 €/m3 e incluye transporte, extensión y compactación, medido sobre perfil teórico.
- El precio del Suelo-Cemento es de 21.81 €. Fabricado en central e incluye transporte, extendido, compactación, prefisuración y preparación de la superficie de asiento, sin incluir cemento.

- Se va a suponer que la mezcla bituminosa únicamente constará de una capa de mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 BASE G extendida y compactada con un precio de 26,47 €/t. No incluye el polvo mineral ni el betún de aportación. Se asume una densidad de 2.3 t/m³.
- 3 metros por carril y 0.5 metros por arcén.
- Firme 3131

Precio ZA = 0,25 x 4200 x 7 = 7350 m³ → x 18,19 €/m³ = 133.697 €

Precio MB = 0,16 x 4200 x 6 = 4032 m³ → x 2,3 t/m³ = 9274 t → x 26,47 €/t = 245.472 €

Total = 133.697 + 245.472 = 379.169 €

- Firme 3132

Precio SC = 0,22 x 4200 x 7 = 6.468 m³ → x 21,81 €/m³ = 141.067 €

Precio MB = 0,12 x 4200 x 6 = 3024 m³ → x 2,3 t/m³ = 6955 t → x 26,47 €/t = 184.104 €

Total = 141.067 + 184.104 = 325.171 €

Como se puede observar, pese a que el precio por metro cúbico de ZA es inferior al del SC, los espesores del paquete de firme 3132 son inferiores a los del 3131 siendo finalmente más económico el constituido por SC como cimiento del firme.

Si el paquete de firme se dispone sobre una explanada E1 o E2, la diferencia de espesores entre el firme con zahora y suelo-cemento es aún mayor que en el caso anterior, por tanto, también será más económico el uso del Suelo-Cemento.

A razón de los cálculos anteriores se dispondrá el firme 3112 para explanadas E1, el 3122 para explanadas E2 y el 3132 para explanadas E3.

Con la finalidad de aprovechar el volumen de roca extraída de la zona 2, se obtendrá la granulometría necesaria para su uso como suelo-cemento SC40.

4.2. Arcenes.

La norma 6.1-IC en su capítulo 7 *Arcenes* establece:

<< Salvo justificación en contrario, el firme de los arcenes de anchura no superior a 1,25 m será, por razones constructivas, prolongación del firme de la calzada adyacente. Su ejecución será simultánea, sin junta longitudinal entre la calzada y el arcén. >>.

Puesto que los anchos de los arcenes de la propuesta de trazado tanto en las alineaciones principal, este y oeste, como en la glorieta son inferiores a 1,25 metros se prolongarán los firmes 3112, en el caso de explanada E1. Y 3132, en el caso de explanada E3, para la constitución del arcén.

4.3. Mezclas bituminosas.

Según el apartado 6.2.1.2 del Norma 6.1 IC no se podrán utilizar mezclas bituminosas discontinuas calientes tipo M, ni mezclas drenantes (PA) debido a la categoría de tráfico (para T00 y T1) y a las condiciones

pluviométricas: Requiere zona lluviosa, o poco lluviosa con pendiente longitudinal inferior al 1.5 %, con régimen de precipitación corto pero intenso, durante un número significativo de días al año. Además de una intensidad de circulación IMD ≥5000 vh/día.

Tampoco se podrá hacer uso de Mezclas bituminosas de alto módulo según el apartado 6.2.1.3 de la norma 6.1 IC, dado que requiere un espesor total de la mezcla bituminosa en caliente igual o superior a 25 cm y cuya explanada sea de categoría E3 y E2.

Para la elección del espesor de cada capa de mezcla bituminosa se seguirá la tabla de la ilustración 16 que se encuentra en el apartado 6.2.1.1 *Espesor de la Mezcla Bituminosa* de la Norma 6.1 IC.

4.3.1. Capas de mezcla bituminosa

Finalmente se ha decidido dispone las siguientes capas de mezcla bituminosa:

- Para la explanada E1.
 - 10 cm de mezcla bituminosa de tipo hormigón bituminoso AC32baseG como capa base.
 - 5 cm de mezcla bituminosa de tipo hormigón bituminoso AC22surfS como capa de rodadura.
- Para la explanada E2.
 - 7 cm de mezcla bituminosa de tipo hormigón bituminoso AC32baseG como capa base
 - 5 cm de mezcla bituminosa de tipo hormigón bituminoso AC22surfS como capa de rodadura.
- Para la explanada E3.
 - 7 cm de mezcla bituminosa de tipo hormigón bituminoso AC32baseG como capa base.
 - 5 cm de mezcla bituminosa de tipo hormigón bituminoso AC22surfS como capa de rodadura.

Tabla 2. 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		

4.3.2. Ligante bituminoso.

La carretera objeto de estudio se encuentra según la figura 3 *Zonas Térmicas Estivales* del apartado 6.2.1 *Mezclas Bituminosas en Caliente* de la Norma 6.1-IC en una zona térmica estival definida como **Media**.

De esta manera, mediante la tabla 542.1.a, *Tipo De Ligante Hidrocarbonado A Emplear En Capa De Rodadura Y Siguiente*, y la tabla 542.1.b, *Tipo De Ligante Hidrocarbonado A Emplear Capa De Base, Bajo Otras Dos*, del Artículo 542, *Mezclas Bituminosas Tipo Hormigón Bituminoso*, para una zona térmica estival media y una categoría de tráfico pesado T31 se podrá hacer uso de los siguientes ligantes:

- Capa de rodadura: **50/70, BC50/70, PMB 45/80-60.**
- Capa de Base: **50/70, 70/100, BC50/70**

4.3.3. Riegos

Teniendo en cuenta la naturaleza de los paquetes de firme elegidos se efectuarán los riegos que a continuación se definen según la norma 6.1 IC:

- Riego de curado: Sobre las capas tratadas con un conglomerante hidráulico se proyectará un riego de curado, definido en el artículo 532 del PG-3.
- Riego de adherencia: Sobre las capas de materiales tratados y las capas de mezcla bituminosa que vayan a recibir una capa de mezcla bituminosa deberá efectuarse, previamente, un riego de adherencia, definido en el artículo 531 del PG-3. La correcta ejecución de este riego es fundamental para el buen comportamiento del firme.

Para una categoría de tráfico T31 se utilizará como riego de adherencia una emulsión bituminosa convencional C60B3 ADH, según la tabla 531.1 de artículo 531 del PG-3.

El riego de curado constará de una emulsión bituminosa C60B3 CUR según la tabla 214.1 del artículo 214 del PG-3.

4.3.4. Detalle del firme 3112 en calzada y arcén.

Calzada	Arcén
5 cm	AC22surfS RA
10 cm	AC32baseG RC+RA
30 cm	Suelo-Cemento SC40 RC
	E1

Ilustración 13. Detalle firme 3112 en calza y arcén.

4.3.5. Detalle del firme 3122 en calzada y arcén.

Calzada	Arcén
5 cm	AC22surfS RA
7 cm	AC32baseG RC+RA
30 cm	Suelo-Cemento SC40 RC
	E3

Ilustración 14. Detalle de firme 3122 en calzada y arcén.

4.3.6. Detalle del firme 3132 en calzada y arcén.

Calzada	Arcén
5 cm	AC22surfS RA
7 cm	AC32baseG RC+RA
22 cm	Suelo-Cemento SC40 RC
	E3

Ilustración 15. Detalle de firme 3132 en calzada y arcén.

4.4. Aprovechamiento del firme existente.

Como se ha podido observar en el anejo Propuesta de Trazado, uno de los criterios de diseño era el de preservar las obras de paso superior de la carretera existente con la finalidad de minimizar costes.

Durante la visita de campo se pudo observar el buen estado del firme actual de ambos puentes. Y teniendo en cuenta, como se ha visto en el anejo 1 Tráfico, que el nivel de servicio actual, al igual que el del año horizonte, es de categoría A, el firme existente podría soportar las cargas y deformaciones derivadas de la circulación de vehículos.

Pese a ello, durante el proceso de obra, en caso de ser necesario ajustar el nivel de la rasante en la transición a los puentes, se dispondrá de una capa de rodadura AC22surfS tras un riego de adherencia con una emulsión bituminosa convencional C60B3.

5. Conclusiones.

Han quedado definidas las explanadas y el paquete de firme en la mayor parte de los tramos que componen la propuesta de trazado. Pero en aquellos tramos en los que existen diversas opciones de explanada, como es el caso del tramo 3 se utilizará para la valoración económica aquella explanada que implique un menor coste económico.

6. Bibliografía.

Norma 6.1 IC del Ministerio de Fomento

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)

Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE)



APÉNDICE 1

FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

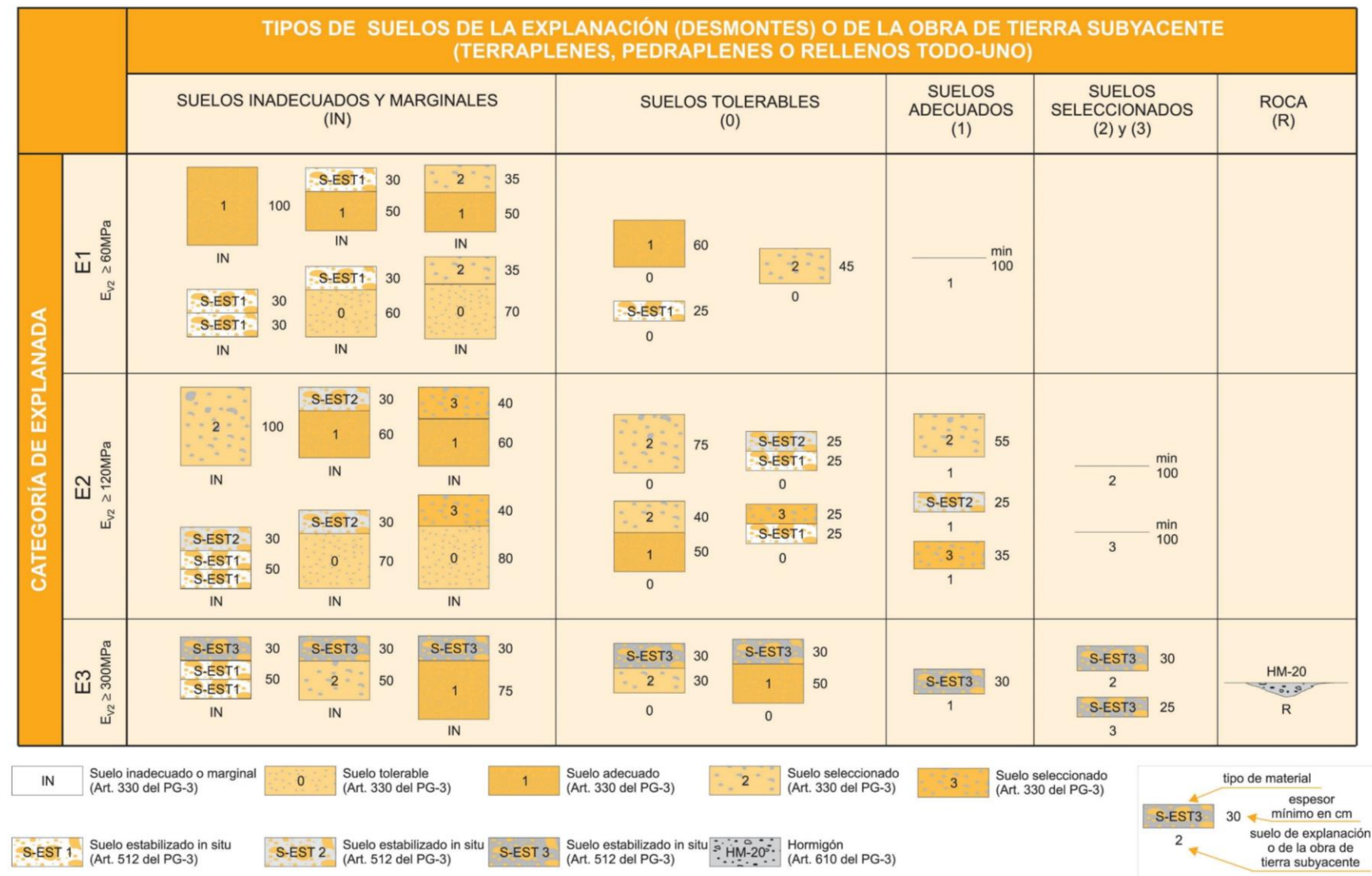


FIGURA 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA



APÉNDICE 1

CATALOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA CATEGORÍA DE TRAFICO T3 Y T4

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	<p>3111 MB 20 ZA 40</p> <p>3112 MB 15 SC 30</p> <p>3114 HF 21 ZA 30</p>	<p>3211 MB 18 ZA 40</p> <p>3212 MB 12 SC 30</p> <p>3214 HF 21 ZA 20</p>	<p>4111 MB 10⁽¹⁾ ZA 40</p> <p>4112 MB 8 SC 30</p> <p>4114 HF 20 ZA 20</p>	<p>4211 MB 5⁽¹⁾ ZA 35</p> <p>4212 MB 5 SC 25</p> <p>4214 HF 18 ZA 20</p>
	E2	<p>3121 MB 16 ZA 40</p> <p>3122 MB 12 SC 30</p> <p>3124 HF 21 ZA 25</p>	<p>3221 MB 15 ZA 35</p> <p>3222 MB 10 SC 30</p> <p>3224 HF 21 ZA 20</p>	<p>4121 MB 10⁽¹⁾ ZA 30</p> <p>4122 MB 8 SC 25</p> <p>4124 HF 20</p>	<p>4221 MB 5⁽¹⁾ ZA 25</p> <p>4222 MB 5 SC 22</p> <p>4224 HF 18</p>
	E3	<p>3131 MB 16 ZA 25</p> <p>3132 MB 12 SC 22</p> <p>3134 HF 21 ZA 20</p>	<p>3231 MB 15 ZA 20</p> <p>3232 MB 10 SC 22</p> <p>3234 HF 21</p>	<p>4131 MB 10⁽¹⁾ ZA 20</p> <p>4132 MB 8 SC 20</p> <p>4134 HF 20</p>	<p>4231 MB 5⁽¹⁾ ZA 20</p> <p>4232 MB 5 SC 20</p> <p>4234 HF 18</p>

Espesores mínimos en cm

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

(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.

FIGURA 2.2. CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA