

ANEJO Nº 10.- FIRMES Y PAVIMENTOS

ÍNDICE

10. ANEJO Nº 10.- FIRMES Y PAVIMENTOS.....	5
10.1. INTRODUCCIÓN.....	5
10.2. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO	5
10.3. CATEGORÍA DE EXPLANADA.....	5
10.4. ESTUDIO DE VIABILIDAD DE NFU	5
10.4.1. Análisis de utilización de NFU	6
10.4.2. Consideraciones técnicas.....	6
10.4.3. Consideraciones ambientales.....	6
10.4.4. Consideraciones económicas.....	7
10.4.5. Consideraciones constructivas	7
10.4.6. Conclusión	7
10.5. SECCIONES DE FIRME	7
10.5.1. Secciones de firme en el Tronco de la Variante.....	7
10.5.2. Secciones de firme en Reposiciones, Ramales y Glorietas	8
10.5.3. Secciones de Caminos de Servicio	8
10.6. SECCIONES EN TABLERO DE PUENTE	8

10. ANEJO Nº 10.- FIRMES Y PAVIMENTOS

10.1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto el dimensionamiento de la sección de firme de cada uno de los elementos que constituyen el diseño global de la actuación. Para ello se parte de los datos de tráfico obtenidos en el estudio de tráfico, contenidos en el Anejo 6 "Planeamiento y tráfico", determinándose la Categoría de Tráfico Pesado para el año de puesta en servicio (2.024).

Una vez obtenida la Categoría de Tráfico Pesado, y según la Categoría de Explanada adoptada en cada ocasión, se fija la Sección de Firme a emplear según la Instrucción 6.1-IC "Secciones de Firme" y los artículos 540 "Microaglomerados en frío", 542 "Mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso" y 543 "Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas" del PG-3.

10.2. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO

Se definen en la Instrucción ocho (8) categorías de tráfico pesado en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados IMD_p que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

TABLA DE CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO	
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	IMD_p
T00	$IMD_p \geq 4.000$
T0	$4.000 > IMD_p \geq 2.000$
T1	$2.000 > IMD_p \geq 800$
T2	$800 > IMD_p \geq 200$
T31	$200 > IMD_p \geq 100$
T32	$100 > IMD_p \geq 50$
T41	$50 > IMD_p \geq 25$
T42	$25 > IMD_p$

Se muestra a continuación la tabla resumen con la categoría de tráfico pesado obtenida, en cada uno de los ejes:

CATEGORÍA DEL TRÁFICO ADOPTADA

Eje	CATEGORÍA DE TRÁFICO ADOPTADA
TRONCO (eje 1)	T32
GLORIETA N-260 (eje 15)	T32
REPOSICIÓN (1) N-260 (eje 4)	T32
REPOSICIÓN (2) N-260 (eje 3)	T32
REPOSICIÓN CARRETERA L-522 (eje 6)	T42
RAMAL 1 (eje 19)	T32
RAMAL 2 (eje 18)	T32

10.3. CATEGORÍA DE EXPLANADA

Se ha adoptado para todas las actuaciones del proyecto la explanada de categoría E-2.

Para obtener la categoría de explanada E2 será necesario disponer en núcleo de terraplenes 75 cm de suelo seleccionado. Para la formación de explanada en fondos de desmontes se han dispuesto las mismas capas (75 cm de suelo seleccionado) para estar del lado de la seguridad.

10.4. ESTUDIO DE VIABILIDAD DE NFU

La Orden Circular OC 21/2007 de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU), establece que "En las obras públicas en que su utilización sea técnica y económicamente viable se dará prioridad a los materiales procedentes del reciclaje de NFU. En estos casos se exigirá la inclusión de este requisito en los correspondientes pliegos de prescripciones técnicas."

El caucho de neumáticos fuera de uso puede incorporarse a los materiales asfálticos mediante 2 vías:

- Vía Seca; en la que el caucho se incorpora a los áridos antes de la adición del ligante, en porcentajes entre el 1% y el 2% del ligante y que sólo se aconseja para vías de poco tráfico.
- Vía húmeda; en la que el caucho se añade al ligante como si se tratase de cualquier otro polímero distinguiendo tres clases:
 - Betún modificado de alta viscosidad (BMAVC), fabricado en equipos industriales que han de implantarse en las centrales de fabricación de mezclas bituminosas para suministros en tiempo real con ligante, con un contenido de caucho superior al 2% del peso de la mezcla bituminosa.
 - Betún modificado con caucho (BMC), que se fabrican en equipos industriales que no requieren estar junto a las centrales de fabricación de las mezclas bituminosas, ya que se incorpora un contenido alrededor del 0.5% del peso de la mezcla.
 - Betún mejorado con caucho (BC), que incorporan cantidades de caucho alrededor del 0.2 % del peso de la mezcla.

10.4.1. Análisis de utilización de NFU

En primer lugar se realiza un estudio de viabilidad sobre la utilización de mezclas bituminosas que incorporen polvo de neumáticos fuera de uso (NFU), tal y como establecen la O.C. 21/2007 y las Recomendaciones del Manual de Empleo de Caucho de NFU en Mezclas Bituminosas, publicado por el Ministerio de Fomento a través del CEDEX.

En este estudio, únicamente se ha contemplado su incorporación en capas de rodadura, mediante el método de vía húmeda y utilizando betún modificado de alta viscosidad con caucho (BMAVC), debido a las siguientes consideraciones:

- Es en la capa de rodadura donde se observan mayores ventajas y en la que se cuenta con mayor experiencia.

- La utilización de la vía seca tiene su mayor interés en obras pequeñas, debido a la dificultad que presenta este método en la dosificación “in situ” del polvo de caucho, con la consiguiente falta de garantía en las dotaciones finales en la mezcla. De este modo, para obras mayores como la que se presenta, se aconseja la utilización del método de vía húmeda.
- De los diferentes betunes que se utilizan en la vía húmeda, los BMAVC son los más indicados para mezclas con granulometría discontinua, tal y como se pretende utilizar en capa de rodadura del presente proyecto.

10.4.2. Consideraciones técnicas

En general la adición del polvo de caucho a un betún o mezcla bituminosa, consigue que el ligante aumente su viscosidad, elasticidad y resiliencia a temperaturas elevadas. Estos efectos sobre el ligante, permiten que las mezclas bituminosas que lo incorporan, tengan las siguientes ventajas técnicas sobre las mezclas convencionales:

- Mejor resistencia a las roderas.
- Menor susceptibilidad a la temperatura.
- Mayor resistencia al agrietamiento por fatiga
- Mayor resistencia al envejecimiento y a la oxidación.
- Mejor coloración del firme.

10.4.3. Consideraciones ambientales

No cabe duda que la utilización del polvo de NFU supone un reconocido avance en la reutilización y reciclado de residuos, además, su utilización en este campo, implica la reducción de su uso en otros más contaminantes como la recuperación energética. Igualmente, existen otras ventajas ambientales derivadas de su utilización en mezclas bituminosas.

- Reducción del nivel sonoro de 2 a 4 db(A), respecto a una mezcla convencional.
- Posibilidad de reciclado cuando de agote su capacidad de servicio.
- Se reducen las necesidades de recursos naturales para la fabricación de mezclas bituminosas.
- Se reciclan de 75 a 350 neumáticos de turismos, envejecidos, por kilómetro de carril y centímetro de espesor de mezcla bituminosa.

10.4.4. Consideraciones económicas

La inclusión de polvo de caucho procedente de NFU, supone un aumento del coste con respecto a las mezclas convencionales debido a los siguientes factores:

- Coste del polvo de caucho.
- Coste debido al incremento en la dotación de betún.
- Coste debido al aumento de la energía necesaria.
- Coste debido a la utilización de equipos adicionales.
- Coste debido a la disminución del rendimiento.

Siguiendo las Recomendaciones del Manual de Empleo de Caucho de NFU en Mezclas Bituminosas publicado por el CEDEX, se ha optado por considerar un BMAVC con un 18% de contenido de polvo de caucho y un 8% de este betún en la mezcla.

10.4.5. Consideraciones constructivas

En este aspecto las propuestas son similares, ya que los procedimientos de construcción en ambos casos son muy semejantes, aunque es cierto, que la falta de experiencia en la ejecución de una unidad de obra, siempre supone una disminución del rendimiento en su ejecución.

10.4.6. Conclusión

Una vez analizados los resultados de este estudio sobre la posibilidad de utilizar mezclas bituminosas que incorporen polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso, se concluye que si bien es cierto que con este tipo de mezclas se consiguen ciertas ventajas técnicas y medioambientales con respecto a las mezclas convencionales, el encarecimiento, y sobre todo, la falta de experiencia en la zona tanto en su fabricación como en la ejecución, desaconsejan su utilización. Por tanto, para el presente proyecto se emplearán Mezclas Bituminosas convencionales.

10.5. SECCIONES DE FIRME

10.5.1. Secciones de firme en el Tronco de la Variante

Para una categoría de tráfico pesado T32 y una categoría de explanada E-2 se propone la sección de firme 3221 constituida por 15 cm de mezclas bituminosas y una capa inferior de 35 cm de zahorra artificial.

A continuación se detalla la distribución de los materiales de la sección a emplear en tronco:

- Capa de rodadura: 5 cm de AC 16 Surf 50/70 S
- Riego de Adherencia emulsión tipo C60B3 TER
- Capa intermedia: 10 cm de AC 22 bin 50/70 S
- Riego de imprimación emulsión tipo C60BF4 IMP
- 35 cm de zahorra artificial

Con el fin de evitar la aparición de nuevas unidades de obra y al tratarse de una mezcla bituminosa la que constituye la capa de rodadura del firme de la calzada, el pavimento del arcén se constituirá con las mismas capas de rodadura e intermedia que el firme de la calzada.

10.5.2. Secciones de firme en Reposiciones, Ramales y Glorietas

Podemos clasificar los ejes en dos grupos según la sección de firme:

Reposiciones 1 y 2 y glorieta en la N-260 y Ramales 1-2 del Semienlace Este.

Para una categoría de tráfico pesado T32 y una categoría de explanada E-2 se propone la sección de firme, por analogía con la sección estructural considerada en el tronco principal, constituida por 15 cm de mezclas bituminosas y una capa inferior de 35 cm de zahorra artificial.

- Capa de rodadura: 5 cm de AC 16 Surf 50/70 S
- Riego de Adherencia emulsión tipo C60B3 TER
- Capa intermedia: 10 cm de AC 22 bin 50/70 S
- Riego de imprimación emulsión tipo C60BF4 IMP
- 35 cm de zahorra artificial

Reposición carretera L-522.

Para una categoría de tráfico pesado T42 y una categoría de explanada E-2 se propone la sección de firme 4221, constituida por 5 cm de mezclas bituminosas y una capa inferior de 25 cm de zahorra artificial.

- 5 cm de AC 16 suf 50/70 S
- Riego de imprimación emulsión tipo C60BF4 IMP
- 25 cm de zahorra artificial

10.5.3. Secciones de Caminos de Servicio

10.5.3.1. Caminos en tierra

Se adopta como sección estructural:

- Doble tratamiento superficial
- 30 cm de zahorra artificial
- 30 cm de suelo adecuado

10.5.3.2. Caminos asfaltados

Para los caminos con pendiente superior al 10% se adopta como sección estructural:

- 5 cm de AC 16 suf 50/70 S
- Riego de imprimación emulsión tipo C60BF4 IMP
- 30 cm de zahorra artificial
- 30 cm de suelo adecuado

10.5.3.3. Pasarela peatonal

Se adopta como sección estructural:

- 10 cm de hormigón impreso
- 30 cm de zahorra artificial
- 30 cm de suelo adecuado

10.6. SECCIONES EN TABLERO DE PUENTE

La sección estructural en tableros de puentes será:

Para el Viaducto del tronco sobre el río Flamisell, y el Viaducto Barranco Vallcarga

- Capa de rodadura: 5 cm de AC 16 Surf 50/70 S
- Riego de Adherencia emulsión tipo C60B3 TER
- Impermeabilización de Tablero (artículo 690 PG-3)
- Tablero de hormigón

Para Pasos Superiores

- Capa de rodadura: 5 cm de AC 16 Surf 50/70 S
- Riego de Adherencia emulsión tipo C60B3 TER
- Impermeabilización de Tablero (artículo 690 PG-3)
- Tablero de hormigón

Nota 1: Las diferentes secciones de firme proyectadas están recogidas en la Instrucción 6.1-IC "Secciones de firme"