

Los atuneros congeladores están autorizados a pescar sobre el conjunto de la extensión de las aguas bajo jurisdicción senegalesa.

Los arrastreros de pesca fresca están autorizados a pescar a partir del límite de las 12 primeras millas marinas de aguas bajo jurisdicción senegalesa.

#### E) Desembarco de capturas.

El sector atunero desembarcará hasta 4.700 toneladas por año de atún congelado en el puerto de Dakar, a precios a fijar sobre la base de los practicados por el mercado francés. Los gastos de aproximación serán deducidos de los precios referidos más arriba.

En compensación por el no desembarco, el sector marisqueero pagará por año 70 francos CFA por kilo sobre un total de 1.400 toneladas, esto es, para dos años 196 millones de francos CFA.

#### F) Importes y modalidades de las subvenciones y contrapartidas.

##### 1.º Importes de las subvenciones y contrapartidas.

Las subvenciones debidas por los diferentes sectores en contrapartida de las posibilidades de pesca ofrecidas en el marco del Acuerdo de pesca son las siguientes:

|                                    | Millones de francos CFA |
|------------------------------------|-------------------------|
| Marisqueeros ... ..                | 1.739                   |
| Atuneros ... ..                    | 315                     |
| Arrastreros de pesca fresca ... .. | 50                      |
| <b>Total ... ..</b>                | <b>2.104</b>            |

La compensación de 196 millones de francos CFA por el no desembarco de marisco será entregada en dos tramos iguales, tres meses antes del final de cada periodo anual.

##### 2.º Modalidades de movilización.

Las subvenciones mencionadas más arriba son pagadas por tramos trimestrales.

Los pagos deberán hacerse antes del final del primer mes de cada trimestre.

El importe de las subvenciones citadas en el párrafo precedente será entregado por los sectores económicos españoles con la garantía de su Gobierno en una cuenta abierta en un Organismo financiero senegalés a elección del Gobierno del Senegal, o en los libros del Tesorero general.

#### G) Cooperación técnica y becas.

La Parte española pondrá a la disposición de la Dirección de Oceanografía y de Pesca Marítimas de Senegal los expertos siguientes, durante un periodo de tres años:

- Un Capitán de Armamento.
- Dos Patrones de Pesca.
- Un Mecánico de Armamento.

Los salarios, viviendas e indemnizaciones de dichos expertos estarán a cargo del Gobierno español.

Los expertos tendrán el Estatuto de cooperantes oficiales.

La Parte española concede diez becas por año durante un periodo de tres años (cursos escolares de nueve meses) para la realización de estudios por estudiantes senegaleses en las siguientes materias:

- Tecnología de artes de pesca.
- Tecnología de productos de la pesca.
- Montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas.
- Mecánica de buques de pesca.

Las becas comprenderán el régimen de internado (vivienda y alimentación), así como los gastos de viaje y de estudios.

Hecho en Dakar el 6 de diciembre de 1979, en doble ejemplar, en lengua francesa y española, los dos textos, haciendo igualmente fe.

Por el Gobierno del Reino de España,

Salvador Sánchez-Terán,  
Ministro de Transportes y Comunicaciones de España

Por el Gobierno de la República del Senegal,

Djibril Sene,  
Ministro de Desarrollo Rural de la República de Senegal

Dakar, 6 de diciembre de 1979.

Señor Ministro:

En relación al Acuerdo entre el Gobierno de la República de Senegal y el Gobierno de España en el ámbito de la pesca marítima, firmado hoy, tengo el honor de informarle de que el Gobierno de Senegal está dispuesto a aplicar, a título provisional, las disposiciones de este Acuerdo, a partir del presente día, en espera de su entrada en vigor conforme al artículo 17 del Acuerdo, siempre que el Gobierno español esté igualmente dispuesto a ello.

Se entiende que, en tal caso, el primer periodo de validez mencionado en el artículo 16 del Acuerdo, corre a partir de hoy. Le agradecería me confirmase la aceptación del Gobierno de España respecto a dicha aplicación provisional.

Reciba, señor Ministro, el testimonio de mi consideración más distinguida.

Djibril Sene,

Ministro de Desarrollo Rural de la República de Senegal

Excmo. Sr. don Salvador Sánchez-Terán, Ministro de Transportes y Comunicaciones de España.

Dakar, 6 de diciembre de 1979.

Señor Ministro:

Tengo la honra de acusar recibo de su carta de fecha de hoy, cuyo texto es el siguiente:

«En relación al Acuerdo entre el Gobierno de la República de Senegal y el Gobierno de España en el ámbito de la pesca marítima, firmado hoy, tengo el honor de informarle de que el Gobierno de Senegal está dispuesto a aplicar, a partir del presente día, en espera de su entrada en vigor conforme al artículo 17 del Acuerdo, siempre que el Gobierno español esté igualmente dispuesto a ello.

Se entiende que, en tal caso, el primer periodo de validez mencionado en el artículo 16 del Acuerdo, corre a partir de hoy.

Le agradecería me confirmase la aceptación del Gobierno de España respecto a dicha aplicación provisional.

Reciba, señor Ministro, el testimonio de mi consideración más distinguida.»

Tengo la honra de informarle de la aceptación por el Gobierno de España de la aplicación provisional del Acuerdo en las condiciones mencionadas en su carta.

Reciba, señor Ministro, el testimonio de mi más alta consideración.

Salvador Sánchez-Terán,

Ministro de Transportes y Comunicaciones de España

El presente Acuerdo entró en vigor provisionalmente el día 6 de diciembre de 1979, de conformidad con lo establecido en el Canje de Cartas de 6 de diciembre de 1979.

Lo que se comunica para su conocimiento general.

Madrid, 20 de mayo de 1980.—El Secretario general técnico, Juan Antonio Pérez-Urrutí Maura.

## Mº DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO

11206 ORDEN de 28 de marzo de 1980 por la que se aprueba la Instrucción 6.3-I.c. «Refuerzo de firmes».

Ilustrísimo señor:

El refuerzo de firmes se ha venido proyectando y ejecutando en España aplicando las diversas teorías y métodos más o menos conocidos y de uso corriente en el mundo.

En 1971, y con motivo del Plan Nacional Complementario de Conservación de Refuerzo de Firmes, se dieron unas serias instrucciones para la redacción de los proyectos correspondientes.

En 1973 la Dirección General de Carreteras, por Orden Circular número 239/73 NT y P, dio las recomendaciones para el refuerzo de firmes flexibles, actualmente en vigor, si bien con unas matizaciones de interpretación dadas en 1976 y 1977.

La experiencia habida en la aplicación de estas recomendaciones, así como el estudio de la normativa extranjera, ha permitido a la Dirección General de Carreteras la preparación de la Norma objeto de la presente Orden, la cual ha sido informada favorablemente por la Comisión Permanente de Normas del citado Centro directivo.

Por lo expuesto,

Este Ministerio, en virtud de las facultades que le concede el artículo cinco, número seis, de la Ley 51/1974, de 19 de diciembre, de Carreteras, y a propuesta de la Dirección General de Carreteras, ha dispuesto:

1. Aprobar el documento «Instrucción de Carreteras. Norma 6.3-I.c. Refuerzo de firmes», que figura como anexo a esta Orden.

2. En la relación de los proyectos de refuerzo de firme se tendrán en cuenta las normas y recomendaciones que figuran en la Instrucción que se aprueba por la presente Orden, facultativamente a partir de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado», y obligatoriamente a los nueve meses de dicha publicación.

3. A partir de la vigencia obligatoria de la Instrucción objeto de esta Orden quedará derogada la Orden Circular número 239/73 NT y P.

Lo que digo a V. I.  
Dios guarde a V. I.  
Madrid, 26 de marzo de 1980.

SANCHO ROF

Ilmo. Sr. Director general de Carreteras.

## INSTRUCCION DE CARRETERAS. NORMA 6.3-I.C. REFUERZO DE FIRMES

### ÍNDICE

1. Objeto.
2. Ambito de aplicación.
3. Evaluación de la necesidad de refuerzo.
  - 3.1. Planteamiento de la necesidad de refuerzo.
  - 3.2. Inspección visual. Su interpretación.
  - 3.3. Auscultación con equipos.
4. Refuerzo de firmes flexibles.
  - 4.1. Generalidades.
  - 4.2. Factores básicos para el estudio de refuerzos.
  - 4.3. Categorías de tráfico.
  - 4.4. Estudio preliminar.
  - 4.5. Estudio de deflexiones.
    - 4.5.1. Deflexión patrón.
    - 4.5.2. Procedimiento de medida.
    - 4.5.3. Limitaciones de ensayo.
    - 4.5.4. Deflectograma, tramificación y definición de zonas singulares.
    - 4.5.5. Estudios complementarios.
  - 4.6. Obtención de la deflexión de cálculo.
    - 4.6.1. Deflexión característica.
    - 4.6.2. Corrección por humedad de la explanada.
    - 4.6.3. Corrección por temperatura del pavimento.
    - 4.6.4. Deflexión de cálculo.
  - 4.7. Tipos de refuerzo.
    - 4.7.1. Soluciones posibles.
    - 4.7.2. Limitaciones de empleo.
    - 4.7.3. Materiales de refuerzo.
  - 4.8. Dimensionamiento del refuerzo.
    - 4.8.1. Refuerzo con pavimento bituminoso.
    - 4.8.2. Refuerzo con pavimento de hormigón.
5. Refuerzo de firmes semirrígidos.
  - 5.1. Generalidades.
  - 5.2. Criterios de dimensionamiento.
6. Refuerzo de pavimentos de hormigón.
7. Renovación superficial.
  - 7.1. Criterios generales.
  - 7.2. Procedimientos de renovación superficial.
8. Problemas constructivos.
  - 8.1. Generalidades.
  - 8.2. Mejoras de drenaje.
  - 8.3. Saneamientos localizados.
  - 8.4. Ensanches.
  - 8.5. Correcciones de trazado.
  - 8.6. Regularización superficial.
  - 8.7. Arcenes.

Anejo.—Definiciones.

#### 1. OBJETO

Este documento tiene por objeto facilitar la labor del Ingeniero que ha de estudiar y proyectar el refuerzo de un firme existente o su renovación superficial. Se pone a su disposición un método de análisis y una gama de posibles soluciones, entre las que elegirá la más adecuada, en base a consideraciones técnicas y económicas sobre el caso concreto a resolver.

Se pretende asimismo unificar algunos criterios utilizados hasta ahora en estudios y proyectos de la competencia de la Dirección General de Carreteras, dando, cuando proceda, reglas concretas para su inclusión en los pliegos de prescripciones técnicas particulares.

#### 2. AMBITO DE APLICACION

Esta Norma se aplicará en los estudios y proyectos de refuerzo o renovación superficial de firmes existentes de carreteras estatales. Cuando se incluyan tramos con firme de nueva construcción (variantes y desdoblamientos de calzada), éste será proyectado de acuerdo con las Normas 6.1-IC ó 6.2-IC.

Sólo será aplicable a refuerzos y capas de firme que se proyecten con los materiales considerados en el apartado 4.7.3. Cuando los materiales o unidades de obra sean diferentes de los considerados en 4.7.3, deberán justificarse las soluciones adoptadas, manteniendo en lo posible las reglas de esta Norma.

#### 3. EVALUACION DE LA NECESIDAD DE REFUERZO

##### 3.1. Planteamiento de la necesidad de refuerzo.

La necesidad de refuerzo de un firme puede plantearse por:

- a) Agotamiento estructural estimado por inspección visual, por auscultación, ya sea efectuada ésta con equipos de gran rendimiento o por medio de ensayos puntuales, o por la combinación de ambos procedimientos de inspección.
- b) Previsible crecimiento brusco del tráfico.
- c) Excesivos gastos de conservación.

En el primer caso el refuerzo resulta necesario por haberse agotado, o estar a punto de agotarse, la vida útil del firme, aunque no se hayan cumplido las hipótesis de proyecto.

En el segundo caso, aunque al firme le pueda quedar vida útil bajo las condiciones para las que fue proyectado, la modificación de estas condiciones hace necesario el estudio de la procedencia de un refuerzo.

El tercer caso está íntimamente ligado al planteamiento de una estrategia de conservación de la red de carreteras, en la que se determinen cuáles son los gastos de conservación considerados normales para cada tipo de firme y permita fijar el umbral a partir del cual un incremento de estos gastos, en un determinado tramo de carretera, está indicando un comportamiento inadecuado de su firme.

##### 3.2. Inspección visual. Su interpretación.

Además de la vigilancia e inspección periódica realizadas por el personal encargado de la conservación de carreteras, es necesario que los firmes sean inspeccionados, al menos una vez al año, por un Ingeniero especialista en la materia en la época más adecuada, de acuerdo con las características climáticas de cada zona.

Esta inspección deberá atender no sólo al firme, sino a todo lo que pueda tener influencia en su estado, tal como:

- Cunetas, desagües, drenes, etc.
- Impermeabilidad superficial.
- Arcenes.
- Bermas y taludes.

Los desperfectos observados en el firme se clasificarán en tres grupos:

- Fallos estructurales localizados.
- Desperfectos superficiales que no afectan a la resistencia estructural.
- Desperfectos generalizados indicativos de agotamiento estructural.

Los primeros, por muy importantes que puedan parecer, no implican por sí solos necesidad de refuerzo, sino de reparaciones localizadas. En caso de que el refuerzo fuera necesario por otras causas, estas operaciones deberán ser efectuadas con anterioridad.

Los desperfectos del segundo grupo (descascarillados, descarnaduras, peladas, exudaciones, roderas, pulimento de los áridos, pérdida de profundidad de textura, etc.), aunque sean generalizados, no implican tampoco necesidad de refuerzo, pues pueden remediarse mediante técnicas de renovación superficial.

Los desperfectos del tercer grupo, que comprende todos los indicativos de una pérdida de capacidad de resistencia estructural (fisuras, cuarteo, deformación del perfil longitudinal, hundimientos, depresiones, etc.) son los que plantean la necesidad de estudiar el posible refuerzo del firme.

En todo caso, y por lo que se refiere a los desperfectos que afectan a la estructura del firme, tanto si son localizados como si están generalizados, se deberá examinar si han podido ser originados, total o parcialmente, por un drenaje superficial o profundo insuficiente o defectuoso, que deberá ser corregido en el momento de la reparación localizada o, en su caso, del refuerzo.

##### 3.3. Auscultación con equipos.

La inspección visual puede ser complementada mediante la auscultación con equipos que miden la evolución de algunas características de los firmes, tales como los perfilógrafos longitudinales o transversales, aparatos medidores de la comodidad del usuario, equipos de inspección fotográfica, etc.

Los deflectógrafos automáticos y otros equipos utilizados para el estudio del comportamiento estructural de los firmes pueden ser también de utilidad para la evaluación del estado de las carreteras.

En muchos casos será necesario recurrir también a la realización de calas, sondeos, toma de muestras y ensayos de laboratorio para verificar las hipótesis deducidas de la inspección visual.

#### 4. REFUERZO DE FIRMES FLEXIBLES

##### 4.1. Generalidades.

A los efectos de la presente Norma se consideran firmes flexibles los constituidos por capas granulares no tratadas, con pavimento bituminoso de espesor no superior a 15 cm.

La consideración de flexibles podrá extenderse a los firmes que tengan un espesor de mezclas bituminosas superior a 15 centímetros, e incluso a aquellos con bases o subbases trata-

das con conglomerantes hidráulicos (suelo cemento, grava cemento o grava escoria), siempre que del análisis de la auscultación pueda deducirse un comportamiento flexible del conjunto de su estructura, es decir, que ninguna de sus capas resiste fundamentalmente por flexión.

4.2. Factores básicos para el estudio de refuerzos.

El refuerzo se concibe de forma que permita al firme reforzado resistir la acción del tráfico durante el periodo de proyecto, en condiciones de vialidad suficiente y con gastos de conservación que no excedan de los normales para el tipo de carretera de que se trate.

En la concepción de un refuerzo (estructura del mismo, tipos de materiales a emplear) intervienen fundamentalmente los siguientes factores:

- Estado superficial del firme que se pretende reforzar.
- Estructura del firme existente y naturaleza y estado de la explanada.
- Estado del sistema de drenaje de la carretera antes del refuerzo y posibilidad de mejora del mismo.
- Capacidad resistente del firme existente, determinada mediante la medida de deflexiones.
- Necesidades de regularización superficial en perfil transversal o longitudinal.
- Tráfico pesado acumulado previsible a lo largo del periodo de proyecto.
- Tipos de materiales a emplear en el refuerzo.
- Si el firme ha de ser objeto de ensanche, procedimiento constructivo y estructura del firme en las bandas de ensanche.
- Condiciones de circulación previsibles durante la ejecución de las obras de refuerzo.
- Características de los arcones.

4.3. Categorías de tráfico.

La estructura del firme reforzado o renovado superficialmente dependerá del número y características de los vehículos pesados que se prevea vayan a circular por el carril de proyecto durante el periodo de proyecto. Este periodo será como mínimo de diez años y como máximo de veinte años.

Se partirá de los estudios de tráfico, con aforos de intensidades y carga por eje, y de los datos de que se disponga para la previsión del tráfico.

Siempre que sea posible se estimará la distribución probable de cargas por eje y el número de ejes equivalentes de 13 t (130 kN) que utilizarán el carril de proyecto en el periodo de proyecto. A estos efectos se utilizará la siguiente relación de equivalencias, desarrollada en la Tabla 1:

$$n = \left(\frac{P}{13}\right)^4$$

o bien

$$n = \left(\frac{P'}{130}\right)^4$$

siendo n el número de ejes de 13 t equivalentes a un eje de peso P (toneladas) o P' (kN).

Se despreciarán las solicitudes debidas a los vehículos no definidos como pesados.

Cada eje tandem de peso P se considerará como equivalente a 1,4 ejes simples de peso P/2.

TABLA 1

Número de ejes equivalentes de 13 t (130 kN) correspondientes a un eje simple

| Carga por eje<br>P(t) P'(kN) | Número de ejes<br>equivalentes<br>de 13 t (130 kN) | Carga por eje<br>P(t) P'(kN) | Número de ejes<br>equivalentes<br>de 13 t (130 kN) |
|------------------------------|--|------------------------------|--|
| 1 10                         | 0,00004  | 11 110                       | 0,51   |
| 2 20                         | 0,00055  | 12 120                       | 0,73   |
| 3 30                         | 0,003  | 13 130                       | 1,0  |
| 4 40                         | 0,009  | 14 140                       | 1,3  |
| 5 50                         | 0,02   | 15 150                       | 1,8  |
| 6 60                         | 0,04   | 16 160                       | 2,3  |
| 7 70                         | 0,08   | 17 170                       | 2,9  |
| 8 80                         | 0,14   | 18 180                       | 3,7  |
| 9 90                         | 0,22   | 19 190                       | 4,6  |
| 10 100                       | 0,35   | 20 200                       | 5,6  |

Quando no se pueda disponer de los datos concretos sobre evolución, asignación por carriles y distribución de cargas por eje, se admitirá lo siguiente:

1. La tasa de crecimiento anual del tráfico pesado durante el periodo de proyecto es del cuatro por ciento.
2. En calzadas de dos carriles y doble sentido de circulación incide sobre el carril de proyecto el 50 por 100 del total de vehículos pesados.
3. En calzadas de dos carriles por sentido de circulación incide sobre el carril de proyecto el 100 por 100 de los vehículos pesados que circulan en el sentido considerado.

4. En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación incide sobre el carril de proyecto el 85 por 100 de los vehículos pesados que circulan en el sentido considerado.

5. La equivalencia de cada vehículo pesado en ejes de 13 t (130 kN) es de 0,5.

Para el dimensionamiento del refuerzo, en la Tabla 2 se definen cuatro categorías de tráfico en función del número acumulado de ejes equivalentes de 13 t (130 kN) previstos en el carril y periodo de proyecto.

TABLA 2  
Categorías de tráfico

| Categorías de tráfico | Número acumulado de ejes equivalentes de 13 t (130 kN) en el carril y periodo de proyecto |
|-----------------------|---|
| TR1                   | 2.10 <sup>6</sup> — 5.10 <sup>6</sup>   |
| TR2                   | 8.10 <sup>5</sup> — 2.10 <sup>6</sup>   |
| TR3                   | 2.5.10 <sup>5</sup> — 8.10 <sup>5</sup>   |
| TR4                   | 8.10 <sup>4</sup> — 2,5.10 <sup>5</sup>   |

Quando el tráfico previsto sea superior 5.10<sup>6</sup> ejes equivalentes se solicitarán instrucciones especiales a la Dirección General de Carreteras.

Quando el tráfico previsto sea inferior a 8.10<sup>4</sup> ejes equivalentes podrán adoptarse las soluciones correspondientes a la categoría de tráfico TR4 o estudiarse otras soluciones más económicas, cuyo comportamiento en casos análogos haya sido satisfactorio.

4.4. Estudio preliminar.

El procedimiento generalmente utilizado para cuantificar la capacidad resistente del firme es la medida de las deflexiones. Antes de emprenderse esta medida, la carretera que se pretende reforzar se dividirá en tramos según los siguientes criterios:

- Variaciones sensibles en las solicitaciones del tráfico pesado (causadas, por ejemplo, por la existencia de intersecciones).
- Variaciones en las condiciones climáticas, que puedan influir sensiblemente en la temperatura del firme y en el grado de humedad de la explanada.
- Cambios importantes en el tipo de suelo de la explanada.
- Cambios importantes en la sección transversal (desmonte, terraplén o media ladera).
- Cambios importantes en el tipo o espesor del firme existente o alguna de sus capas.
- Variación en el estado del pavimento.
- Variación de las condiciones de drenaje.
- Tipos de actuación previstos (ensanches, variantes, correcciones de trazado en planta o perfil longitudinal, etc.).

Esta tramificación previa es especialmente importante en largos itinerarios y en aquellos casos en que, por falta de tiempo o de medios, no sea posible efectuar la medida de deflexiones en toda la longitud a reforzar, puesto que permite seleccionar secciones representativas de cada uno de los tramos cuyo comportamiento sea previsiblemente distinto.

Para la correcta estimación de los criterios indicados se tendrán en cuenta la información existente (aforos de tráfico, datos meteorológicos, mapas climáticos y geotécnicos, etc.), el historial de la carretera a reforzar (anteriores refuerzos, reparaciones, etc.), los resultados de las campañas de auscultación con equipos de gran rendimiento y, fundamentalmente, el reconocimiento directo sobre el terreno, según lo indicado en el apartado 3.2. Este reconocimiento por inspección visual permitirá, además, la determinación de las obras complementarias de corrección de fallos localizados o mejoras de drenaje que será necesario incorporar al proyecto de refuerzo.

4.5. Estudio de deflexiones.

4.5.1. Deflexión patrón.

Se considera como deflexión patrón la recuperación elástica de la superficie del firme, al retirarse un par de ruedas gemelas, según la Norma NLT-356/79, y en las condiciones siguientes:

1. Eje de 13 toneladas (130 kN).
2. Temperatura en la superficie del pavimento de 20 °C.
3. Mínimo valor del módulo de deformación de la explanada, dentro del campo de variación debida a los cambios de humedad en la misma.

4.5.2. Procedimiento de medida.

El método operatorio normalizado es la medida de deflexiones con la viga «Benkelman», según el método de recuperación de la Norma NLT-356/79.

Otros procedimientos operatorios, utilizando distintos aparatos (deflectómetro óptico, deflectógrafo automático, etc.), se

relacionarán con el antes mencionado, según se define en el apartado 4.6.1.

#### 4.5.3. Limitaciones de ensayo.

Los ensayos se realizarán siempre que la temperatura de la superficie del pavimento esté comprendida entre los límites siguientes:

1. De 2 °C a 30 °C, si el pavimento tiene 10 centímetros o más de mezcla bituminosa.
2. De 2 °C a 40 °C, si el pavimento tiene menos de 10 centímetros de mezcla bituminosa.

#### 4.5.4. Deflectograma, tramificación y definición de zonas singulares.

La representación gráfica de las deflexiones, en abscisas las distancias al origen de los puntos de medida y los valores de las deflexiones en ordenadas, constituye el deflectograma, el cual permite realizar una tramificación provisional de zonas homogéneas, que corrige la previamente efectuada, según lo indicado en el apartado 4.4, en caso de que existiese.

La tramificación se realizará con los criterios siguientes:

1. La longitud de los tramos estará en general comprendida entre 200 y 2.000 metros.
2. En cualquier caso, la longitud mínima será de 100 metros.
3. Para que un tramo se considere homogéneo, los valores de las deflexiones deben oscilar alrededor del valor medio, considerándose distintos los tramos con valores medios asimismo distintos.
4. Dos tramos con los mismos valores medios, pero con amplitudes distintas de variación de las deflexiones, son asimismo distintos.
5. Los valores de las deflexiones de cada tramo deberán, en general, estar comprendidos dentro del intervalo definido por los extremos de vez y media y la mitad del valor medio.

Analizado todo el deflectograma, aquellas zonas que no pueden tramificarse según los criterios dados, en especial los numerados 2 y 5, se considerarán como singulares, y requerirán estudios especiales.

#### 4.5.5. Estudios complementarios.

Realizada la tramificación según los criterios dados en el apartado anterior, ésta deberá ser comprobada mediante inspección visual por el Ingeniero encargado del informe o proyecto.

Se estudiarán especialmente los casos en que exista discrepancia entre los valores de deflexión, el aspecto superficial del pavimento y la estructura del firme, para conocer las razones de tal discrepancia, efectuando eventualmente trabajos complementarios de reconocimiento (nuevas medidas de deflexión, calicatas y ensayos complementarios, etc.).

En general, se considerará que hay suficiente concordancia cuando, siendo las reflexiones altas, el pavimento está degradado y se estime que la estructura del firme es escasa para las solicitaciones que soporta; asimismo, cuando las deflexiones sean bajas, el pavimento presente buen aspecto superficial y la estructura del firme parezca adecuada. En ambos casos, se dimensionará el posible refuerzo de acuerdo con el apartado 4.8.

Como casos de discrepancia se pueden citar los siguientes:

— Deflexión alta, aspecto superficial degradado y estructura del firme adecuada. Esto puede estar motivado por un defecto de una de las capas del firme o de la explanada; en tal caso, debería actuarse corrigiendo, si es posible, dicho defecto, antes de efectuar el refuerzo, o, en caso contrario, estudiando las posibles consecuencias de la persistencia del defecto en el refuerzo que se haga. La aparente discrepancia se explica, en algunos casos, por el agotamiento de vida del firme, pudiendo entonces dimensionarse el refuerzo según el apartado 4.8.

— Deflexión alta, aspecto superficial bueno y estructura del firme escasa. Esto puede deberse a que un refuerzo o renovación superficial del firme recientes enmascaren la insuficiencia de su estructura y las degradaciones superficiales; si así ocurre, puede utilizarse el apartado 4.8 para dimensionar el refuerzo.

— Deflexión baja, aspecto superficial degradado y estructura del firme adecuada. La degradación estará probablemente motivada por defectos de la capa superficial que debe corregirse según lo indicado en el apartado 7.

— Deflexión baja, aspecto superficial degradado y estructura del firme escasa. Si la deflexión baja se debe a haber efectuado su medida en época seca (aunque sea fuera del período que se estima como tal en 4.6.2) deberá repetirse la medición en época adecuada o afectar a las medidas del adecuado coeficiente corrector. Si la aparente discrepancia está motivada porque alguna capa del firme ha sido tratada con un conglomerante hidráulico deberá consultarse el apartado 5.

— Deflexión baja, aspecto superficial bueno y estructura del firme escasa. Si el buen aspecto del pavimento proviene de una reciente renovación superficial, se está en un caso análogo al anterior y debe procederse como en él.

La calificación de las deflexiones como altas o bajas es relativa y debe relacionarse con las características de la estructura del firme existente.

Sin perjuicio de lo anterior, deberán estudiarse detenidamente las zonas singulares, en particular las de valores altos de deflexión, para proyectar y realizar en ellas los tratamientos

necesarios independientes del refuerzo general, tales como mejora de drenaje, corrección de blandones, reconstrucción del firme, etc.

#### 4.6. Obtención de la deflexión de cálculo.

##### 4.6.1. Deflexión característica.

En cada uno de los tramos determinados según los apartados 4.5.4 y 4.5.5, se considerarán por separado los conjuntos de deflexiones correspondientes a cada uno de los carriles ensayados y dentro de éstos, en su caso, a cada una de las rodadas medidas.

De todos ellos, se tomará el conjunto más desfavorable, que normalmente coincidirá con la rodada exterior de uno de los carriles.

La deflexión característica  $d_k$  del tramo se determinará mediante la expresión:

$$d_k = m + 2s$$

en la que:

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - m)^2$$

siendo  $d_i$  la deflexión del punto  $i$ , medida con viga Benkelman según el método de recuperación de la Norma NLT-356/79 y  $n \geq 10$ .

En el caso de emplear para la medida de deflexiones un camión con 10 toneladas de carga por eje y con presión de inflado de 6 a 7 bares, la deflexión característica obtenida se multiplicará por 1,4.

Si se emplean para la medida de las deflexiones aparatos distintos de la viga Benkelman, la deflexión característica en cada tramo se determinará por correlación con la normalizada mediante estudios debidamente justificados.

En el caso de que se utilice el deflectógrafo automático de chasis corto y viga de medida con T de arrastre invertida, podrá emplearse la correlación:

$$\hat{d}_k = d_d + 25$$

siendo  $d_d$  la deflexión característica obtenida a partir de las medidas obtenidas con el deflectógrafo y  $d_k$  la que se obtendría teóricamente en caso de utilizarse la viga Benkelman.

Si los deflectogramas se obtienen mediante registro fotográfico, el procedimiento descrito para hallar la deflexión característica puede ser substituido por el siguiente:

Ordenando de mayor a menor las medidas puntuales del conjunto de deflexiones de la rodada considerada, se tomará como deflexión  $d_d$  la que ocupe el lugar  $n$ , siendo:

$$n \cong \frac{N}{20}$$

donde:

$n$  es el número entero más aproximado por exceso o por defecto, que resulta de la fórmula anterior.

$N$  es el número de deflexiones puntuales del conjunto considerado.

En el caso normal de medidas de deflexiones con intervalos de 3.30 a 3.40 metros, la fórmula anterior puede substituirse por:

$$n \cong 1,5 L$$

donde:

$L$  es la longitud del tramo en hectómetros.

##### 4.6.2. Corrección por humedad de la explanada.

En principio, y siempre que sea posible, los ensayos de deflexión se realizarán en la época de máxima retención de humedad en la explanada. En caso contrario, a la deflexión característica deberá aplicarse un coeficiente corrector  $C_h$ , determinado por estudios de variación de deflexiones con la humedad de la explanada en la zona de que se trate.

Es recomendable no hacer las medidas de deflexiones en época de explanada seca, salvo caso de ineludible necesidad.

Cuando no se disponga de estudios adecuados de variación de deflexiones con la humedad, se podrán utilizar los coeficientes correctores obtenidos por el proceso siguiente:

Se consideran dos tipos de explanada según la clasificación del suelo hecha de acuerdo con el artículo 330 del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG3/1975):

- A: Suelos seleccionados y adecuados.
- B: Suelos tolerables e inadecuados.

Se consideran dos tipos de condiciones de drenaje:

1. Buenas condiciones de drenaje.
2. Malas condiciones de drenaje.

A estos tipos de explanada y drenaje les corresponden los siguientes coeficientes correctores  $C_h$  de la deflexión característica según la época del año:

| Tipo de explanada y drenaje | Coeficiente $C_h$ |                    |              |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|--------------|
|                             | Período húmedo    | Período intermedio | Período seco |
| A 1                         | 1                 | 1,15               | 1,30         |
| A 2, B 1                    | 1                 | 1,25               | 1,45         |
| B 2                         | 1                 | 1,30               | 1,60         |

Los períodos húmedo, intermedio y seco deberán determinarse en cada caso particular, teniendo en cuenta que las máximas deflexiones suelen producirse con cierto desfase respecto a la época de lluvias.

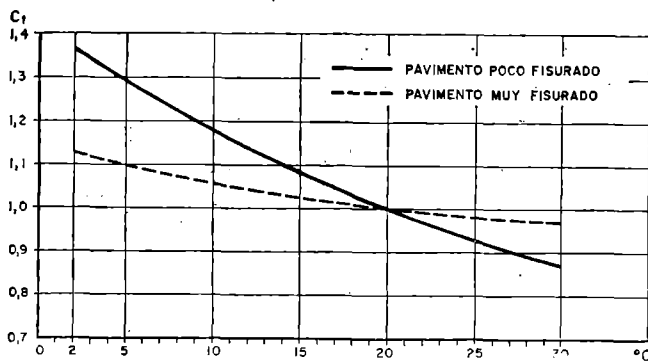
A título orientativo para la programación de los trabajos de auscultación, se indica que, en general, pueden incluirse en el período húmedo los meses de diciembre a abril, ambos inclusive, y en el período seco, los meses de julio, agosto y septiembre.

#### 4.6.3. Corrección por temperatura del pavimento.

En firmes sin mezclas bituminosas, o siempre que el espesor de éstas sea inferior a 10 centímetros, no se efectuarán correcciones por temperatura.

En firmes con 10 o más centímetros de mezclas bituminosas, se aplicará el coeficiente de corrección por temperatura  $C_t$  definido en la fig. 1.

Fig.1-COEFICIENTE DE CORRECCION POR TEMPERATURA DEL PAVIMENTO



En todos los casos, la temperatura del pavimento será la medida durante la ejecución del ensayo, según el procedimiento indicado en la Norma NLT-358/79.

#### 4.6.4. Deflexión de cálculo.

Aplicando a la deflexión característica  $d_k$  de cada tramo los eventuales coeficientes de corrección por humedad de la explanada  $C_h$  y por temperatura  $C_t$ , se obtendrá la deflexión característica  $d_{kc}$ :

$$d_{kc} = C_h \cdot C_t \cdot d_k$$

#### 4.7. Tipos de refuerzo.

##### 4.7.1. Soluciones posibles.

El refuerzo estará constituido por una o varias capas. Si el pavimento antiguo tiene una regularidad superficial deficiente, será necesaria además una capa adicional de regularización o bien un sobreespesor en la primera capa del refuerzo.

Los tipos de materiales utilizables son:

En capas inferiores.

- Macadam o zahorra artificial (base granular).
- Mezcla bituminosa.
- Grava-cemento.
- Grava-escoria.

En capa de rodadura:

- Tratamiento superficial.
- Mezcla bituminosa.

Cuando se proyecte un refuerzo con pavimento de hormigón se seguirá la Instrucción 6.2 IC de firmes nuevos, considerando el firme antiguo como capa de base de las losas de hormigón, aunque en algunos casos pueda ser necesaria, además, una capa de regularización.

Aunque en algún proyecto de refuerzo pueda plantearse la reconstrucción total del firme, solución ésta que se deberá

ponderar cuidadosamente, en general esta necesidad sólo se planteará en casos singulares, motivados por circunstancias análogas a las siguientes:

- Limitaciones de rasante, en travesías urbanas, pasos bajo obras de altura estricta, pasos a nivel de ferrocarril, etc.
- Incrementos de sobrecarga permanente inaceptables en ciertas obras de paso.
- Excesiva heterogeneidad en la capacidad de soporte del firme antiguo.
- Espesores de refuerzo excesivos en relación con los tramos contiguos.
- Degradación irreversible en las capas inferiores del firme antiguo, que aconseje su sustitución. En estos casos el firme reconstruido se dimensionará de acuerdo con las Normas 6.1-IC o 6.2-IC de proyecto de firmes nuevos.

#### 4.7.2. Limitaciones de empleo.

En la elección del tipo de refuerzo influye, como en el proyecto de un firme nuevo, el tráfico durante el período de proyecto y los materiales disponibles, pero el empleo de algunos de éstos vendrá condicionado, además, por la posible interferencia de las obras con el tráfico existente y la estructura y estado de conservación del firme antiguo.

Las bases granulares sólo se podrán emplear en refuerzo de firmes de base granular y pavimento de tratamiento superficial, siempre que el tráfico sea TR3 o TR4 y se garantice la perfecta trabazón del pavimento antiguo con la base granular del refuerzo.

Las bases tratadas con conglomerantes hidráulicos, tanto por los espesores mínimos que por razones teóricas y constructivas, requieren este tipo de capas, como por el espesor de recubrimiento de mezcla bituminosa necesario para evitar la transferencia de sus fisuras a la superficie del pavimento, sólo son económicamente utilizables cuando se necesite un refuerzo importante, es decir, para tráfico elevado y/o deflexiones altas; viniendo además condicionada su utilización, en el caso de las gravas-cemento tradicionales, por la necesidad de prever desvíos provisionales del tráfico durante su puesta en obra y período de curado posterior. Esta dificultad puede obviarse mediante el empleo de capas de base tratadas con conglomerantes hidráulicos distintos de los cementos usuales, tales como las escorias granuladas de alto horno (grava-escoria), cementos de fraguado lento o cementos usuales con aditivos idóneos, cenizas volantes puzolanas, etc., siempre que se realicen los estudios previos necesarios para asegurar el adecuado comportamiento de estos materiales.

Conviene ponderar la influencia que sobre el volumen total del espesor de refuerzo tiene la capa de regularización, que en algunos casos podrá determinar la solución idónea en un estudio económico.

#### 4.7.3. Materiales de refuerzo.

##### 4.7.3.1. Generalidades.

Sólo se han considerado las unidades de obra más usuales en el momento de la redacción de esta Norma, y de comportamiento conocido en servicio.

Las características generales de los materiales y la ejecución de las unidades de obra están definidas en los artículos respectivos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes—Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales—Ministerio de Obras Públicas (1975).

En el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, además de citar los artículos correspondientes del PPTG, se incluirán las prescripciones adicionales que se indican a continuación.

##### 4.7.3.2. Mezclas bituminosas.

Están definidas en los artículos del PPTG.

Art. 541. «Mezclas bituminosas en frío».

Art. 542. «Mezclas bituminosas en caliente», con las siguientes reglas adicionales:

a) Tipo de mezclas bituminosas, según su composición granulométrica.

Salvo justificación en contrario, el tipo de mezcla a emplear, en función de:

- La capa del refuerzo a que se destine.
- La categoría del tráfico.
- El tipo de refuerzo (apartado 4.8):

A: Base granular y pavimento de mezcla bituminosa o tratamiento superficial.

B: Mezcla bituminosa.

C: Base tratada con conglomerante hidráulico y pavimento de mezcla bituminosa, será el fijado en las tablas 3 y 4.

La nomenclatura utilizada es la siguiente:

- D: Mezclas densas.
- S: Mezclas semidensas.
- G: Mezclas gruesas.
- A: Mezclas abiertas.

**TABLA 3**

*Tipos de mezclas bituminosas en caliente (PPTG-Art. 542) a emplear, según su composición granulométrica*

| Categoría de tráfico | Tipo de refuerzo | Capa de rodadura      | Capas inferiores | Capa de regularización |
|----------------------|------------------|-----------------------|------------------|------------------------|
| TR 1                 | B<br>C           | DS<br>DS              | SGA<br>SG        | GA<br>—                |
| TR 2                 | B<br>C           | DS<br>DS              | SGA<br>SG        | GA<br>—                |
| TR 3                 | A<br>B<br>C      | DSGA*<br>DSGA*<br>DSG | GA<br>SGA<br>—   | GA<br>—<br>—           |
| TR 4                 | A<br>B<br>C      | GA*<br>DSGA*<br>DSG   | —<br>GA<br>—     | —<br>GA<br>—           |

\* En caso necesario, sellada con un tratamiento superficial (PPTG-Art. 540).

**TABLA 4**

*Tipos de mezclas bituminosas en frío (PPTG-Art. 541) a emplear, según su composición granulométrica*

| Categoría de tráfico | Tipo de refuerzo | Capa de rodadura   | Capa inferior |
|----------------------|------------------|--------------------|---------------|
| TR 3                 | A<br>B           | GF, AF*<br>GF, AF* | —<br>GF, AF   |
| TR 4                 | A<br>B           | GF, AF*<br>GF, AF* | —<br>GF, AF   |

\* En caso necesario, sellada con un tratamiento superficial (PPTG-Art. 532) o lechada bituminosa (PPTG-Art. 540).

b) Tipo de betún asfáltico.

El tipo de betún asfáltico a emplear o la penetración del betún residual, en el caso de betunes fluidificados o emulsiones asfálticas, dependerá de:

- La capa del refuerzo a que se destine la mezcla.
- La categoría del tráfico.
- La zona térmica estival en que se encuentra la carretera (figura 2).

Salvo justificación en contrario, el tipo de ligante será el fijado en la tabla 5.

c) Tipo de filler.

Según la categoría de tráfico y la capa a que se destine la mezcla, el filler a emplear recuperado de los áridos o comercial de aportación (excluido el que inevitablemente quede adherido a los áridos) será el indicado en la tabla 6, salvo justificación en contrario.

d) Relación filler-betún.

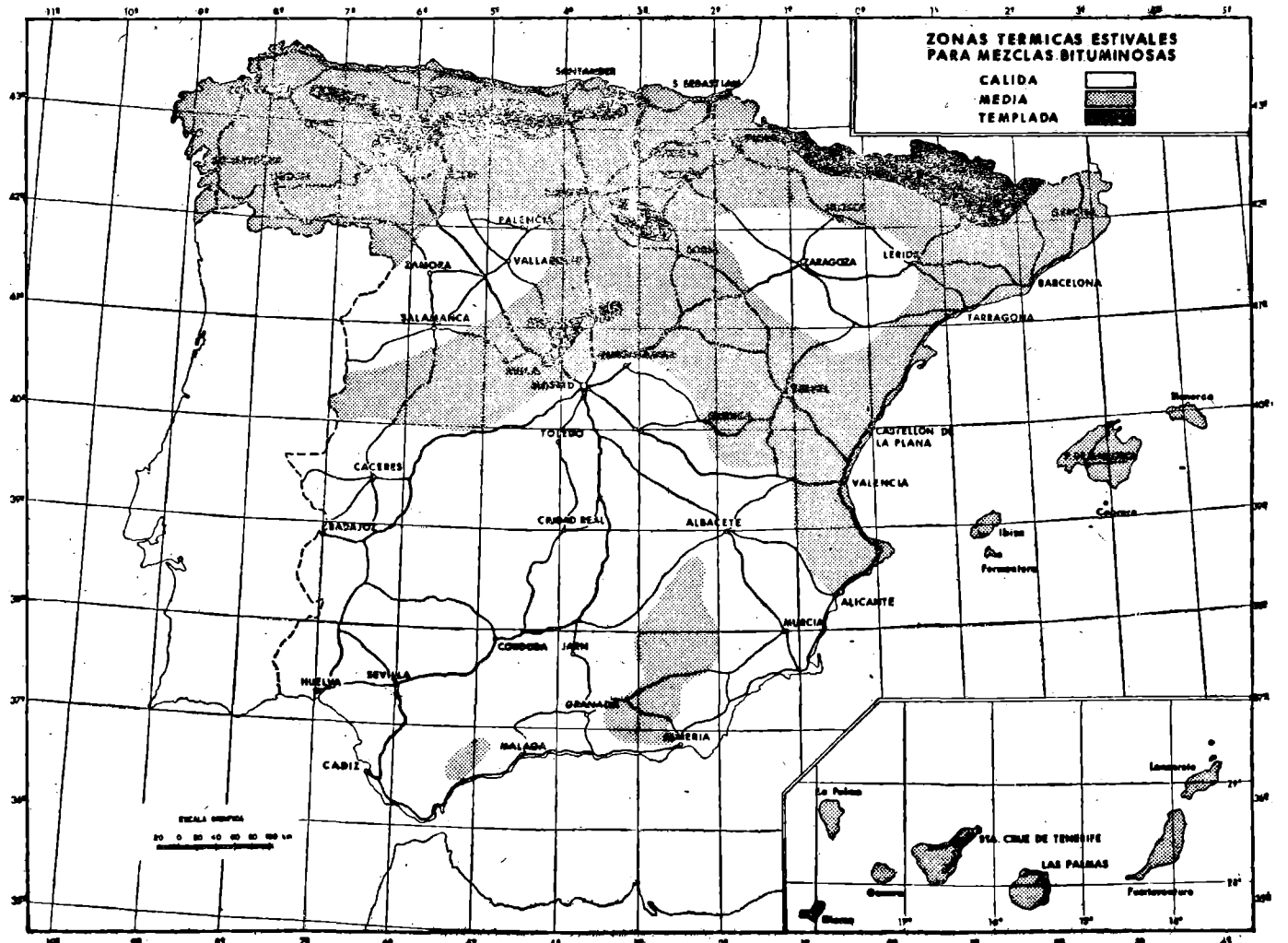
La relación ponderal de los contenidos de filler y betún de la mezcla bituminosa dependerá de:

- El tipo de mezcla.
- La capa del refuerzo a que se destine la mezcla.
- La categoría de tráfico.
- La zona térmica estival en que se encuentra la carretera (figura 2).

**TABLA 5**

*Tipo de betún asfáltico a emplear en las mezclas bituminosas*

| Zona térmica estival | Tráfico     |             |              |              |
|----------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|                      | TR1         | TR2         | TR3          | TR4          |
| Cálida ... ..        | 40/50       | 40/50-60/70 | 40/50-60/70  | 60/70-80/100 |
| Media ... ..         | 40/50-60/70 | 60/70       | 60/70-80/100 | 80/100       |
| Templada .. ..       | 60/70       | 80/100      | 80/100       | 80/100       |



**FIG. 2**

**TABLA 6**  
*Tipo de filler a emplear en las mezclas bituminosas*

| Zona térmica estival                                 | Tráfico    |   |   |        |
|--|------------|---|---|--------|
|  | TR1        | TR2   | TR3   | TR4    |
| Capa de rodadura ... ..                              | Aportación | Aportación<br>Mín. 50 %<br>Aportación<br>Aridos | Mín. 50 %<br>Aportación<br>Aridos<br>Aridos | Aridos |
| Capa inmediatamente inferior a la de rodadura ... .. | Aportación | Aportación<br>Mín. 50 %<br>Aportación<br>Aridos | Mín. 50 %<br>Aportación<br>Aridos<br>Aridos | Aridos |
| Capas restantes ... ..                               | Aridos     | Aridos  | Aridos                                      | Aridos |

4.7.3.3. Riegos de imprimación.  
 Según el artículo 530 del PPTG.

4.7.3.4. Riegos de adherencia.  
 Según el artículo 531 del PPTG.

4.7.3.5. Tratamientos superficiales.  
 Según el artículo 532 del PPTG.

4.7.3.6. Lechadas bituminosas.  
 Según el artículo 540 del PPTG.

4.7.3.7. Grava-cemento.  
 Según el artículo 513 del PPTG.

En capas de base para tráfico TR1, TR2 y TR3 se utilizarán granulometrías del tipo GC1. En bases para tráfico TR4 podrán emplearse también granulometrías del tipo GC2.

4.7.3.8. Grava-emulsión.  
 Según el artículo 514 del PPTG. Se podrá emplear en capas inferiores a la de rodadura en refuerzos tipo B y para categorías de tráfico TR3 y TR4, con un espesor mínimo de 10 cm.

4.7.3.9. Grava-escoria.  
 Según el artículo 515 del PPTG.

4.7.3.10. Base granular.  
 Según el artículo 501, «Zahorra artificial», o según el artículo 502, «Macadam», del PPTG.

4.7.3.11. Pavimento de hormigón.  
 Según el artículo 550 del PPTG.

4.8. Dimensionamiento del refuerzo.

4.8.1. Refuerzo con pavimento bituminoso.

En las figuras 3, 4 y 5 se definen los tipos de refuerzo a emplear en función de los valores de la deflexión de cálculo y del tráfico.

Se establecen tres tipos de refuerzo:

Tipo A: Base granular y pavimento de mezcla bituminosa o tratamiento superficial.

— Tipo B: Mezcla bituminosa.

— Tipo C: Base tratada con conglomerante hidráulico y pavimento de mezcla bituminosa.

En cada caso particular, el Ingeniero Proyectista seleccionará entre las secciones estructurales posibles la solución técnica y económicamente más adecuada, teniendo en cuenta las disponibilidades de materiales para las capas del refuerzo, los costes de las unidades de obra, los volúmenes de obra y, muy

**Fig. 3-REFUERZO DE FIRMES FLEXIBLES**  
 TIPO A: BASE GRANULAR Y PAVIMENTO DE MEZCLA BITUMINOSA O TRATAMIENTO SUPERFICIAL

29  
 6.3.10

| d <sub>ko</sub> | TR 1 | TR 2                | TR 3                                       | TR 4                |
|-----------------|------|---------------------|--|---------------------|
| 0-50            |      |                     |  |                     |
| 50-75           |      |                     | VEASE APARTADO 7<br>RENOVACION SUPERFICIAL |                     |
| 75-100          |      |                     |  |                     |
| 100-125         |      | AR-331<br>DT6<br>10 |  |                     |
| 125-150         |      | AR-341<br>DT6<br>15 |  | AR-441<br>DT6<br>10 |
| 150-200         |      | AR-351<br>DT6<br>20 | AR-352<br>DT6<br>5                         | AR-353<br>DT6<br>8  |
| 200-250         |      | AR-361<br>DT6<br>25 | AR-362<br>DT6<br>5                         | AR-363<br>DT6<br>8  |
| 250-300         |      | AR-371<br>DT6<br>30 | AR-372<br>DT6<br>5                         | AR-373<br>DT6<br>8  |
| 300+            |      |                     | ESTUDIO ESPECIAL                           |                     |

No están representados los riegos de imprimación, adherencia y curado

Esposas en centímetros

■ MEZCLAS BITUMINOSAS (4.7.3.2)

□ BASE GRANULAR (4.7.3.10)

▨ DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL (4.7.3.5)

VEÁNSE LAS OBSERVACIONES 1,2,3,4,6 y 7 DEL APARTADO 4.8.1

**Fig. 4-REFUERZO DE FIRMES FLEXIBLES**  
 TIPO B: MEZCLA BITUMINOSA

30  
 6.3.10

| d <sub>ko</sub> | TR 1              | TR 2              | TR 3                                       | TR 4         |
|-----------------|-------------------|-------------------|--|--------------|
| 0-50            |                   |                   |  |              |
| 50-75           | BR-111<br>5       |                   | VEASE APARTADO 7<br>RENOVACION SUPERFICIAL |              |
| 75-100          | BR-121<br>5-10(*) | BR-221<br>5       |  |              |
| 100-125         | BR-131<br>12      | BR-231<br>8-10(*) | BR-331<br>4                                |              |
| 125-150         | BR-141<br>15      | BR-241<br>12      | BR-341<br>8                                | BR-441<br>4  |
| 150-200         | BR-151<br>18      | BR-251<br>15      | BR-351<br>10                               | BR-451<br>8  |
| 200-250         | BR-161<br>20      | BR-261<br>18      | BR-361<br>14                               | BR-461<br>10 |
| 250-300         |                   | BR-271<br>20      | BR-371<br>15                               | BR-471<br>12 |
| 300+            |                   |                   | ESTUDIO ESPECIAL                           |              |

No están representados los riegos de imprimación, adherencia y curado

Esposas en centímetros

(\*) Si se exige el refuerzo de 8cm, éste se extenderá en una sola capa

■ MEZCLAS BITUMINOSAS (4.7.3.2)

▨ GRAVA-EMULSION (4.7.3.8)

▨ DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL (4.7.3.5)

VEÁNSE LAS OBSERVACIONES 4,5,6, y 7 DEL APARTADO 4.8.1



especialmente, las condiciones de mantenimiento del tráfico durante la ejecución del refuerzo.

En la selección del tipo de refuerzo se tendrán en cuenta las siguientes observaciones:

1. Los refuerzos de tipo A (con base granular) sólo podrán ser empleados cuando el firme existente esté constituido por una base granular con pavimento de tratamiento superficial, que deberá ser previamente escarificado.
2. En los refuerzos de tipo A cuyo pavimento sea un doble tratamiento superficial, la base deberá ser de macadam.
3. Los pavimentos de ocho centímetros de espesor sobre base granular se construirán con mezcla bituminosa en caliente.
4. En los refuerzos con mezcla bituminosa, el espesor mínimo de la capa de rodadura será de cinco centímetros para TR1 y TR2 y de cuatro centímetros para TR3 y TR4. Salvo justificación en contrario, no se proyectarán capas bituminosas con espesores decrecientes en profundidad.
5. Cuando el refuerzo se haga sólo con mezcla bituminosa en caliente, el espesor total de mezcla resultante (pavimento existente más refuerzo) será como mínimo de:
  - 15 centímetros para TR1.
  - 12 centímetros para TR2.

En el caso de que el firme existente esté muy figurado —cuarteo con desprendimiento de material— no se tendrá en cuenta el espesor del firme existente.

6. Las capas de refuerzo de cinco centímetros sobre base granular o de cuatro centímetros sobre tratamientos superficiales existentes se ejecutarán con una mezcla flexible dentro de los tipos G, GF, A o AF.

7. Se recomienda realizar un estudio especial en la zona rayada de cada una de las figuras 3, 4 y 5. Este estudio requerirá, en general, la realización de sondeos y calicatas, en las que se tomarán muestras de los materiales del firme y explanada existentes para su ensayo y calificación en el laboratorio. Por otra parte, se anotarán los espesores de las capas, grado de compactación, humedad, etc.

El estudio especial tiene por objeto decidir entre la reconstrucción del firme o el refuerzo con las correcciones complementarias de drenaje que procedan. A título orientativo, se han incluido en las figuras algunas soluciones de refuerzo que no excluyen otras posibles. En los demás casos, se procederá por analogía.

En general, las capas tendrán transversalmente el espesor

Fig.5-REFUERZO DE FIRMES FLEXIBLES

TIPO C: BASE TRATADA CON CONGLOMERANTE HIDRAULICO Y PAVIMENTO DE MEZCLA BITUMINOSA

31

6.3.1C

| d <sub>kc</sub> | TR 1 | TR 2             | TR 3 | TR 4 |
|-----------------|------|------------------|------|------|
| 0-50            |      |                  |      |      |
| 50-75           |      |                  |      |      |
| 75-100          |      |                  |      |      |
| 100-125         |      |                  |      |      |
| 125-150         |      |                  |      |      |
| 150-200         |      |                  |      |      |
| 200-250         |      |                  |      |      |
| 250-300         |      |                  |      |      |
| 300+            |      | ESTUDIO ESPECIAL |      |      |

No están representados los riegos de imprimación, adherencia y curado

Espesores en centímetros

MEZCLAS BITUMINOSAS (4.7.3.2)

GRAVA-CEMENTO (4.7.3.7) Cuando se emplee base de grava-escoria, el espesor de mezcla bituminosa  
 GRAVA-ESCORIA (4.7.3.9) podrá reducirse de 12 a 10 cm y de 5 a 5 cm.

VEANSE LAS OBSERVACIONES 4 y 7 DEL APARTADO 4.8.1

uniforme, indicado en las figuras 3, 4 y 5, salvo en las capas inferiores que incluyan regularización.

Las capas de base deberán rebasar en anchura a las capas situadas inmediatamente encima, entre 15 y 30 centímetros por cada lado.

Cuando una capa bituminosa, sea de mezcla o de tratamiento superficial, se coloque sobre otra no bituminosa, deberá ejecutarse sobre esta última un riego de imprimación. Entre dos capas de mezcla bituminosa se realizará, en general, un riego de adherencia. Sobre las capas tratadas con conglomerantes hidráulicos deberá ejecutarse un riego de curado, que podrá tener también carácter de riego de imprimación en el caso de pavimentos bituminosos.

Por razones de simplicidad se han omitido estos riegos en las figuras 3, 4 y 5.

4.8.2. Refuerzo con pavimento de hormigón.

Los firmes flexibles pueden también reforzarse con un pavimento de hormigón, siguiendo en lo posible las reglas de la norma 6.2-I.C. (1975).

En general, el firme existente será la base del nuevo pavimento de hormigón, que se extenderá directamente sobre él tras un barrido enérgico de su superficie. Previamente se procederá a la mejora del drenaje, saneamientos localizados y a los eventuales ensanches necesarios (apartado 8), a fin de asegurar que el firme existente sea suficientemente homogéneo y estable para servir de base de apoyo al pavimento de hormigón.

Sólo se dispondrá una capa de regularización de base tratada con conglomerante hidráulico o de mezcla bituminosa o se fresará el pavimento existente, cuando esté justificado técnica o económicamente.

El espesor del pavimento de hormigón se determinará según la norma 6.2-I.C. (1975) para un periodo de proyecto no inferior a veinte años.

5. REFUERZO DE FIRMES SEMIRRIGIDOS

5.1. Generalidades.

A los efectos de la presente norma se consideran firmes semirrígidos los constituidos por bases y subbases tratadas con conglomerantes hidráulicos y pavimento bituminoso. También se consideran semirrígidos aquellos firmes cuyo espesor total de mezclas bituminosas supere los 15 centímetros, aunque este espesor de mezclas esté asentado sobre capas granulares no tratadas.

5.2. Criterios de dimensionamiento.

En los firmes semirrígidos, la deflexión no es criterio suficiente de valoración (apartado 4.5.5), por lo que se deberá proceder además al análisis del estado de las distintas capas del firme mediante calicatas, obtención de testigos y estudio en laboratorio de los materiales extraídos, así como a la investigación de otros parámetros con medios de auscultación no destructivos, como el método de ondas superficiales con vibrador ligero, que permite evaluar los módulos de elasticidad dinámicos de las capas del firme.

La comparación entre los módulos medidos por este procedimiento y los correspondientes a capas en buen estado puede servir para estimar el comportamiento de las capas del firme existente, y por analogía, con el dimensionamiento de firmes nuevos, determinar el refuerzo. Para ello, se tomará un periodo de proyecto como mínimo de diez años y como máximo de veinte años, y de acuerdo con la categoría de la explanada, se establecerá el refuerzo necesario, adaptando las secciones estructurales de la norma 6.1-I.C. al caso que se estudia, después de asimilar el firme existente a parte de dichas secciones, en función de los resultados de los ensayos realizados y del estudio del firme. A título orientativo, se indica que en el caso más desfavorable, el firme existente podría considerarse asimilado a una subbase granular de igual espesor.

Los espesores de refuerzo serán como mínimo los que correspondieran a un firme flexible con deflexiones iguales a la del firme semirrígido aquí considerado (apartado 4.8). No se utilizarán soluciones de refuerzo con capas granulares sin tratar.

Los firmes semirrígidos también podrán reforzarse con un pavimento de hormigón, procediendo, en este caso, como se indica en el apartado 4.8.2.

6. REFUERZO DE PAVIMENTOS DE HORMIGON

El refuerzo de un pavimento de hormigón será necesario cuando presente fallos generalizados de índole estructural, con grietas, roturas y escalonamientos en juntas, asentos y daños superficiales, que no puedan ser paliados económicamente por los métodos ordinarios de conservación y que afecten a corto plazo a la comodidad del usuario.

En todos los casos se procederá a un estudio especial para determinar la causa de los fallos y adoptar las medidas precisas (bacheo, drenaje, estabilización mediante inyecciones de lechada, etc.) antes de proceder al refuerzo, a fin de asegurar que el firme antiguo constituye un asiento suficientemente estable para las nuevas capas.

El refuerzo podrá realizarse con mezcla bituminosa o con hormigón.

Para impedir la reflexión de juntas y grietas en el nuevo pavimento bituminoso, se recomienda que el espesor total de



este no sea inferior a 15 centímetros para la categoría de tráfico TR1 y clima lluvioso (más de 800 milímetros de precipitación media anual), ni a 12 centímetros en los restantes casos. La extensión se hará en dos capas, sirviendo la inferior además de capa de regularización, de acuerdo con el apartado 4.7.3.2.

Si el refuerzo se realiza con un pavimento de hormigón, este podrá extenderse directamente sobre el pavimento existente (refuerzo parcialmente adherente) o con interposición de una capa aislante (refuerzo no adherente).

Los refuerzos parcialmente adherentes de hormigón no se recomiendan cuando el pavimento existente está excesivamente fisurado por los efectos de la reflexión de grietas. Por otra parte, es favorable que las juntas de ambos pavimentos coincidan, así como el empleo de losas de hormigón armado de longitud no superior a seis metros o de un pavimento continuo de hormigón armado.

En los refuerzos no adherentes, la capa aislante tiene por objeto principal evitar la adherencia entre los dos pavimentos, así como la transmisión de grietas y juntas; sin embargo, puede servir también como capa de regularización. En este caso se recomienda el empleo de una mezcla bituminosa con un espesor mínimo, medido en cualquier punto, de tres centímetros. Cuando sólo se busque el efecto aislante podrá emplearse una lámina de polietileno u otro producto que impida la adherencia.

Para determinar el espesor del nuevo pavimento de hormigón con juntas se recomienda calcular en primer lugar el espesor necesario según la norma 6.2-I.C. (1975) para el periodo de proyecto y la categoría de tráfico definidos en dicha norma. Dicho espesor se reducirá después en función del pavimento existente y del tipo de refuerzo según la tabla 7.

TABLA 7

Reducción del espesor del pavimento calculado según la 6.2-I.C.

| Espesor del pavimento de hormigón existente | Refuerzo parcialmente adherente | Refuerzo no adherente |
|---|---------------------------------|-----------------------|
| 20 centímetros o más ... ..                 | 5 cm.                           | 3 cm.                 |
| Menos de 20 centímetros ... ..              | 3 cm.                           | 2 cm.                 |

El refuerzo con pavimento continuo de hormigón armado sólo entrará en consideración para la categoría de tráfico TR1 o para tráfico aún más pesado, y su espesor será de 18 centímetros (hormigón tipo HP-45) o de 20 centímetros (hormigón tipo HP-40).

En el proyecto del refuerzo se seguirá en lo posible las reglas de la norma 6.2-I.C. (1975), «Firmes rígidos».

En casos extremos, puede ser necesario romper el pavimento existente en bloques de tamaño inferior a 0,2 metros cuadrados, que, adecuadamente apisonados y asentados, constituirán el apoyo del nuevo firme flexible o rígido. Este se dimensionará de acuerdo con las normas 6.1-I.C. o 6.2-I.C. para una explanada de la categoría E2.

## 7. RENOVACION SUPERFICIAL

### 7.1. Criterios generales.

La renovación superficial de un firme consiste en la restauración de sus características superficiales. A diferencia del refuerzo propiamente dicho, la renovación superficial no tiene por objeto aumentar la capacidad resistente del firme, aun cuando en determinados casos pueda mejorar esta capacidad.

Las condiciones que justifican una renovación superficial de un tramo de carretera son las siguientes:

1. No es necesario un refuerzo, de acuerdo con los capítulos 3 y 4 de esta norma, pero el estado superficial del pavimento presenta deficiencias que afectan a la seguridad vial, la comodidad del usuario o la durabilidad del firme. Son deficiencias que, en determinado grado, pueden justificar una renovación superficial del firme las siguientes:

- Pavimento deslizante por pulido o por falta de macrotextura.
- Pavimento deformado longitudinal o transversalmente, con una regularidad superficial inadecuada.
- Pavimento fisurado, descarnado o en proceso de desintegración.

2. Cuando realizada la tramificación, según lo indicado en 4.5.5, existan tramos cortos que no precisen refuerzo ni renovación superficial, pero estén comprendidos entre otros que sí lo necesitan, y se pretenda obtener una homogeneidad de la capa de rodadura por motivos funcionales o estéticos.

3. En ciertos casos convendrá, por razones operativas, extender el criterio expresado en el párrafo anterior a tramos o grupos de tramos de longitud mayor, en los que, de acuerdo con la presente norma, no sean estrictamente necesarios el refuerzo o la renovación superficial, pero se prevea lo hayan de ser a corto plazo.

### 7.2. Procedimientos de renovación superficial.

Los procedimientos de renovación superficial se clasifican en tres grupos:

#### a) Con aporte de material:

- Mezcla bituminosa (apartado 4.7.3.2). Salvo justificación en contrario, el tipo de mezcla y el espesor de la capa serán los mismos que los de la capa de rodadura empleada en el resto de la carretera a reforzar o renovar superficialmente.

#### — Tratamientos superficiales (apartado 4.7.3.5).

#### — Lechadas bituminosas (apartado 4.7.3.6).

- Otros procedimientos no normalizados, cuya posible utilización deberá ser analizada en cada caso.

#### b) Con sustitución de material:

Supone la remoción de la capa o capas afectadas y su sustitución por otras nuevas de características adecuadas.

Las técnicas de remoción de capas más utilizadas son el fresado y el cepillado. Estos procedimientos suelen emplearse en el caso de pavimentos con roderas por deformación plástica de sus mezclas bituminosas.

#### c) Por tratamiento de la superficie del pavimento:

Existen diferentes técnicas (fresado, abujardado, ranurado, etc.), cuya adecuación a la renovación superficial buscada debe evaluarse en cada caso.

En cada caso se justificará la solución adoptada, teniendo en cuenta:

- Las características generales de la carretera: Área a tratar, intensidades y velocidades de tráfico, accidentes, tipo de fallos, características geométricas de la carretera, clima, etc.

- El diagnóstico de los desperfectos detectados en el firme por inspección visual y auscultación con equipos (apartado 3).

- Las características de las diferentes técnicas (limitaciones, rendimiento y coste, durabilidad, experiencia, etc.).

## 8. PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

### 8.1. Generalidades.

En el refuerzo de los firmes aparecen problemas constructivos, cuyo detenido estudio debe ser la base para la adopción de la solución más correcta en cada caso.

El mantenimiento del tráfico en condiciones aceptables puede ser causa determinante de la elección del tipo de refuerzo. Si el firme está muy deformado, será necesario reperfilarlo antes del refuerzo o mediante la primera capa que se extienda, con el consiguiente aumento de material. Además, como se ha indicado en los capítulos 4 y 6, en el proyecto del refuerzo deben tenerse en cuenta los saneamientos localizados y mejoras de drenaje. También se considerarán los eventuales problemas que puedan presentarse en ensanches del firme, en pequeñas correcciones de trazado y en la ejecución de arcnos.

Cuando alguna de las capas inferiores del refuerzo deba soportar directamente el tráfico durante un tiempo suficiente para que exista riesgo de degradación de su superficie, se deberá proteger dicha capa mediante la realización de un tratamiento superficial o un riego de sellado.

### 8.2. Mejoras de drenaje.

De los estudios preliminares y complementarios tratados en el capítulo 4, en ciertos casos se deducirá la necesidad de efectuar correcciones de drenaje, bien porque no exista o bien porque el existente sea insuficiente o esté deteriorado.

Cuando sea posible, el drenaje se corregirá con el tiempo preciso para que sus efectos se manifiesten antes de la determinación del espesor de refuerzo necesario.

Entre los procedimientos de mejora de drenaje pueden citarse la profundización o limpieza de cunetas para dar salida al agua, su revestimiento, el establecimiento de drenes profundos longitudinales o en espina de pez, el aumento del número de sumideros y desagües, las correcciones localizadas del perfil, etc.

Para realizar estas operaciones deberán tenerse en cuenta, en todo caso, las normas vigentes de drenaje.

### 8.3. Saneamientos localizados.

En los puntos singulares con defectos localizados (blandones, baches, roderas, corrimientos, hundimientos, etc.) deberán hacerse las correcciones necesarias, según el problema planteado, y reconstruir el firme antes de proceder a la extensión de las capas de refuerzo.

### 8.4. Ensanches.

En caso de que se realicen ensanches habrá que tener cuidado no sólo de no perjudicar el drenaje del firme existente, sino, siempre que sea posible, de mejorarlo realizando el ensanche con un material realmente drenante.

El ensanche ha de servir también para fortalecer los bordes del firme antiguo, zona crítica estructuralmente. En todo caso, debe estar esmeradamente compactado para que no se acuse, por asiento diferencial, un escalón o grieta longitudinal en la capa de rodadura.

La excavación se hará saneando suficientemente los bordes del firme antiguo. Si el suelo es inadecuado, se conside-

rá la conveniencia de su estabilización con cemento o cal para evitar una excavación profunda.

El pliego de prescripciones técnicas particulares fijará la longitud máxima de excavación sin rellenar y el plazo máximo de tiempo que puede transcurrir entre ésta y la ejecución del ensanche, de acuerdo con las condiciones específicas de la obra, a fin de minimizar los riesgos del escalón lateral y del estado precario del firme.

El dimensionamiento de los ensanches se hará adaptando las secciones estructurales de las normas 6.1 IC ó 6.2 IC al caso que corresponda. Para paliar los efectos derivados de su dificultad de ejecución, puede aumentarse el coeficiente de seguridad con un incremento del período de proyecto adoptado para el refuerzo. Por razones constructivas, puede ser conveniente enrasar la base o subbase del ensanche con la capa superior del firme antiguo y extender sobre ambos firmes el refuerzo requerido.

#### 8.5. Correcciones de trazado.

Salvo justificación en contrario, en las correcciones de trazado de longitud superior a un kilómetro, el dimensionamiento del firme se hará de acuerdo con las normas 6.1 IC ó 6.2 IC. En longitudes inferiores podrán utilizarse estas normas o los criterios indicados en 8.4 para los ensanches del firme.

En las correcciones de peraltes se cuidará especialmente de exigir al material que se emplee unas condiciones de estabilidad suficientes para que no se produzcan desplazamientos laterales. Los espesores de relleno necesarios no se tomarán como refuerzo, salvo que, por razones constructivas, se requiera un espesor mínimo en toda la sección que se refuerza; en este caso, podrá descontarse dicho espesor del total requerido.

#### 8.6. Regularización superficial.

En ciertos casos, las obras de refuerzo se aprovechan para regularizar la superficie de la calzada, tanto en sentido transversal como longitudinal.

Sólo podrá emplearse material granular para la regularización si el firme antiguo está constituido por una base granular con pavimento de tratamiento superficial, y siempre previo escarificado del mismo.

El valor mínimo constructivo del espesor de la capa de regularización se descontará del espesor total de refuerzo requerido.

Cuando el refuerzo conste de más de una capa, la regularización podrá hacerse conjuntamente con la capa inferior; en este caso, el espesor correspondiente que se indica en el apartado 4.8 será el mínimo del de dicha capa inferior. Si la regularización se hace independientemente, el mínimo constructivo del espesor de la regularización se podrá descontar del espesor total de refuerzo requerido.

Cuando el refuerzo tenga una capa única, la regularización se hará en capa independiente y, en este caso, sólo podrá descontarse el espesor mínimo de regularización del de refuerzo si éste es superior a cinco centímetros.

#### 8.7. Arcenes.

Salvo justificación en contrario, siempre que se realice ensanche de calzada y el arcén tenga una anchura inferior a 1,25 metros, éste tendrá la misma sección estructural que el ensanche y se construirá conjuntamente con él.

En los otros casos, si el arcén es de nueva construcción, será de aplicación lo dispuesto en las normas 6.1 IC y 6.2 IC.

En todo caso, deberá tenerse en cuenta lo indicado en el apartado 8.4 con relación al drenaje del firme existente.

Cuando existan arcenes deberán recrecerse para que continúen desempeñando su función sin riesgo para el tráfico, una vez reforzado el firme. Salvo justificación en contrario, si el arcén está constituido por material granular o suelo seleccionado, el incremento de espesor se hará con el mismo tipo de material, escarificando, en caso necesario, el arcén existente para conseguir una perfecta trabazón. En los demás casos, se justificará la solución, atendiendo al tipo del arcén existente, tráfico y naturaleza y espesor del refuerzo de la calzada. En general, se procurará emplear soluciones análogas a las indicadas en las normas 6.1 IC y 6.2 IC para las distintas categorías de tráfico.

### ANEXO

#### Definiciones

**Base:** Capa que soporta al pavimento, con función fundamentalmente resistente.

**Capa de regularización superficial:** Capa que se coloca sobre la superficie del firme existente con objeto de regularizar la superficie de la calzada.

**Capa de rodadura:** Capa superior del pavimento.

**Capa intermedia:** Capa inferior del pavimento. Puede no existir.

**Carril de proyecto:** Carril por el que circula el mayor número de vehículos pesados y para el cual se dimensiona el firme.

**Eje simple:** Cada uno de los ejes de un vehículo, que forman un solo apoyo del chasis.

**Eje tandem:** Conjunto de dos ejes de un vehículo, que constituyen un solo apoyo del chasis.

**Explanada:** Superficie de terreno allanado sobre la que asienta el firme.

**Firme:** Superestructura de una carretera. Conjunto de capas

ejecutadas con materiales seleccionados, colocados sobre la explanada para permitir la circulación en las debidas condiciones de seguridad y comodidad.

**Firme flexible:** Firme constituido por capas granulares no tratadas, con pavimento bituminoso de espesor no superior a 15 centímetros. También puede considerarse como flexible un firme con un espesor mayor de mezclas bituminosas y/o con capas inferiores tratadas con conglomerantes hidráulicos, siempre que el estado de estas capas no permita que puedan resistir fundamentalmente por flexión.

**Firme rígido:** Firme con pavimento de hormigón.

**Firme semirrígido:** Firme constituido por una base o subbase tratada con conglomerante hidráulico y pavimento bituminoso. También puede considerarse como semirrígido un firme con un espesor total de mezclas bituminosas superior a 15 centímetros sobre capas granulares no tratadas, siempre que su comportamiento no sea flexible, es decir, cuando resista fundamentalmente por flexión.

**Junta:** Disposición adoptada entre losas contiguas en pavimentos de hormigón. Las juntas pueden ser longitudinales o transversales.

**Mezcla bituminosa en caliente:** Combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual se precisa calentar previamente los áridos.

**Mezcla bituminosa en frío:** Combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual no se precisa calentar previamente los áridos.

**Número de ejes equivalentes:** Número de pasadas de un eje tipo que producirían en un firme el mismo grado de fallos que el ocasionado por el conjunto de los ejes del tráfico pesado real que circule por el mismo.

**Pavimento:** En un firme flexible o semirrígido, conjunto de capas bituminosas superiores del mismo, que deben resistir los esfuerzos tangenciales producidos por el tráfico, proporcionando a éste una superficie de rodadura adecuada. Consta de capa de rodadura y de capa intermedia, pudiendo no existir esta última.

En un firme rígido, capa de hormigón de cemento que debe resistir los esfuerzos producidos por el tráfico, proporcionando a éste una superficie de rodadura adecuada. En arcenes sin firme rígido, conjunto de capas bituminosas superficiales.

**Período de proyecto:** Período durante el cual se espera que las fallas producidas por el tráfico en el firme reforzado no alcancen un grado incompatible con la comodidad del usuario.

**Refuerzo:** Capa o conjunto de capas que se colocan sobre un firme existente para aumentar su capacidad de resistencia estructural, adecuándola a las condiciones previsibles de tráfico durante el período de proyecto.

**Renovación superficial:** Restauración de las características superficiales de un firme. A diferencia de un refuerzo, no tiene por objeto aumentar la capacidad resistente del firme, aun cuando en determinados casos pueda mejorar esta capacidad.

**Riego de adherencia:** Aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie bituminosa, con el fin de conseguir su unión con una capa bituminosa que ha de ejecutarse posteriormente.

**Riego de imprimación:** Aplicación de un ligante bituminoso que penetra en una capa no bituminosa sobre la que se ha de extender una capa bituminosa, y cuya finalidad principal es dar una mayor cohesión a la superficie de la capa no bituminosa.

**Subbase:** Cimiento del firme, que complementa la función resistente de las capas superiores y al que se asignan otras funciones complementarias. Puede constar de una o dos capas, e incluso, no existir.

**Subbase drenante:** Subbase que permite la evacuación de las aguas procedentes de las capas colocadas sobre ella.

**Tipos de hormigón para pavimentos:** Se establecen en función de la resistencia característica especificada a flexotracción del hormigón a veintiocho días.

**Vehículo pesado:** Se incluye en esta denominación los camiones de carga útil superior a tres toneladas, de más de cuatro ruedas, y sin remolque; los camiones con uno o varios remolques; los vehículos articulados y los vehículos especiales, y los vehículos dedicados al transporte de personas con más de nueve plazas.

## MINISTERIO DE AGRICULTURA

11207

REAL DECRETO 1033/1980, de 14 de abril, por el que se concede un nuevo plazo para acogerse a los beneficios establecidos en el Real Decreto 1761/1977, de 17 de junio.

El Real Decreto mil setecientos sesenta y uno/mil novecientos setenta y siete, de diecisiete de junio, que regula la entrega y conservación de obras y bienes del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, persigue, entre otros fines, terminar con la situación de provisionalidad de los destinatarios de obras que estaban en uso de las mismas, sin haber accedido legalmente a su propiedad, con la plenitud de derechos y obligaciones que se derivan de la condición de propie-