

SINDICATO NACIONAL DE INDUSTRIAS QUIMICAS

SUBGRUPO NACIONAL ALQUITRANES,  
EMULSIONES, ASFALTOS E IMPERMEABILIZANTES

ESPECIFICACIONES  
Y NORMALIZACION  
DE PRODUCTOS BITUMINOSOS  
PARA SU EMPLEO  
EN CARRETERAS

MADRID, 1969

SINDICATO NACIONAL DE INDUSTRIAS QUIMICAS

SUBGRUPO NACIONAL ALQUITRANES,  
EMULSIONES, ASFALTOS E IMPERMEABILIZANTES

ESPECIFICACIONES  
Y NORMALIZACION  
DE PRODUCTOS BITUMINOSOS  
PARA SU EMPLEO  
EN CARRETERAS

MADRID, 1969

INFORME DEL GRUPO MIXTO  
DE TRABAJO:

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
SINDICATO NACIONAL DE  
INDUSTRIAS QUIMICAS

Depósito legal: M. 17.129-1969

---

Artes Gráficas Julio San Martín - Norte, 12 - Madrid-8

**En la redacción, estudio y confección de estas Normas y Especificaciones han intervenido las personas que a continuación se detallan, con indicación de los cargos que ocupaban durante su colaboración:**

Don Mario Alvarez de Garcillán  
DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIAS QUIMICAS

Don Jorge Fanlo Nicolás  
JEFE DE LA DIVISION DE PROYECTOS  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

Don Enrique Balaguer Camphuis  
JEFE DE LA DIVISION DE MATERIALES  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

Don Luis Valero Alonso  
LABORATORIO DEL TRANSPORTE Y MECANICA  
DEL SUELO

Don Julio Martín Viñas  
LABORATORIO DEL TRANSPORTE Y MECANICA  
DEL SUELO

Don José Alvarez  
LABORATORIO DEL TRANSPORTE Y MECANICA  
DEL SUELO

Don José Folguera Civit  
CAMPSA

Don Luis Sánchez Sánchez  
COMPOSAN, S. A.

Don Pedro Alonso Peregil  
ASFALTEX, S. A.

Don Angel Alonso Bretón  
COMPAÑIA ESPAÑOLA DE GAS

Don Antonio Mora Agüés

Don Manuel Velázquez Velázquez  
PRODUCTOS ASFALTICOS, S. A.

Don Florentino Alegría Caamaño  
SOCIEDAD BILBAINA DE MADERAS Y  
ALQUITRANES, S. A.

Don Juan Antonio Fernández del Campo  
PRODUCTOS BITUMINOSOS, S. A.

Don José Luis de Quesada  
PAVIMENTOS DE ASFALTO Y ALQUITRAN

Don Manuel Basáñez Goiri  
ASFALTOS NATURALES DE CAMPEZO

Don Julio García Estrada  
COMPAÑIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS, S. A.

Don Miguel Angel Perote  
PRODUCTOS BITUMINOSOS, S. A.

Don Juan Antonio Murrieta del Campo  
PRODUCTOS ASFALTICOS, S. A.

Don José María de Gregorio Bautista  
RIO GULF DE PETROLEOS

Don Javier Aseguinolaza Zunzunegui  
ASFALTOS NATURALES DE CAMPEZO

Don Antonio Mochales García  
SEOPAN

Don Jaime Gordillo Gracia  
COMPOSAN, S. A.

Don Julián Fuertes Marcuello  
COMPOSAN, S. A.

Don Jorge Hernández Bravo  
GRUPO DE DESTILACION DEL SINDICATO  
NACIONAL DE INDUSTRIAS QUIMICAS

## 1. INTRODUCCION

A principios del año 1958 se planteó por primera vez entre los fabricantes de ligantes bituminosos de nuestro país la conveniencia de crear un organismo que agrupase todas estas industrias, al objeto de aunar cuantas actividades de interés común técnico y sindical les eran específicas, encauzándolas hacia una más consecuente fabricación de aquellos materiales que cada día ganaban en importancia dentro de los campos de la construcción y conservación de carreteras.

Esta necesidad, nacida en el seno del Grupo de Destilación del Sindicato de Industrias Químicas, tomó cuerpo de realidad en su Junta Nacional de 29 de abril de 1958, acordándose la creación de un nuevo subgrupo en el que se daba entrada a todas esas industrias bajo la denominación de Subgrupo Nacional Alquitrans, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes.

En el mes de febrero de 1959 se reunió por primera vez en Junta General el Subgrupo Nacional Alquitrans, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes, adoptándose como esencial y más importante medida poner en conocimiento del Ministerio de Obras Públicas la creación de este nuevo organismo, exponerle los planes de trabajo y

ofrecerse, desde el primer momento, para la resolución de todos aquellos problemas de estrecha relación entre la carretera y los fabricantes de ligantes bituminosos. En dicha Junta se acordó, asimismo, elevar un informe al excelentísimo señor ministro de Obras Públicas sobre la situación del mercado nacional de productos asfálticos, alquitranes y emulsiones, incluyendo las conclusiones que se deducían de los estudios realizados por la totalidad de las industrias agrupadas en esta actividad. Redactado el indicado informe, en 9 de mayo de 1959 se elevó al Ministerio de Obras Públicas para su conocimiento y estudio. En aquellos años, la fabricación y suministro de los productos bituminosos, de los cuales el mayor consumidor era Obras Públicas, siguiéndole, en proporciones muy pequeñas, el sector industrial y el de edificación, se encontraban regulados por características y condiciones normalizadas, pero cuya revisión era patentemente necesaria.

Por otra parte, el obligado desarrollo que sin duda había de afectar en los próximos años a este mercado, exigía una planificación del mismo y una clara definición de los tipos y especificaciones de los distintos ligantes a emplear.

Del análisis de estas cuestiones, el Subgrupo Nacional Alquitranes, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes, en su informe al Ministerio de Obras Públicas, llegaba a las siguientes conclusiones:

- a) Necesidad de establecer y normalizar los diferentes tipos y cualidades de los

productos bituminosos para su normal utilización en carreteras, especialmente:

- Los betunes fluidificados.
  - Las emulsiones asfálticas.
  - Los alquitranes.
- b) Necesidad de definir las características a cumplir por cada uno de ellos, ofreciendo el Subgrupo Nacional Alquitranes, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes su completa colaboración y el más estricto cumplimiento de las normas que fijase el Ministerio de Obras Públicas, estableciendo éste, en la medida posible, un programa anual de previsiones sobre las necesidades de consumo para cada uno de los ligantes.
  - c) Sugerir al Ministerio de Obras Públicas que encomendase al Sindicato Nacional de Industrias Químicas, a través del Grupo de Destilación, Subgrupo Nacional Alquitranes, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes, la gestión de la retirada mensual y exacta del 18 por 100 del alquitrán crudo señalado como cupo para dicho Ministerio, poniéndose a disposición de la Dirección General de Carreteras para su distribución entre las distintas Jefaturas Provinciales en la forma y calidad que cada una solicitase.
  - d) Pedir al Ministerio de Obras Públicas una representación con carácter permanente que mantuviera contacto con

la Agrupación de Fabricantes de Alquitranes, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes, que pudiera asistir a las reuniones de ésta e hiciera posible una más estrecha colaboración entre el recientemente creado Subgrupo Nacional Alquitranes, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes y el Ministerio de Obras Públicas.

En noviembre de 1959 el Ministerio de Obras Públicas, asesorado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas y por la Dirección General de Carreteras, contestó al escrito que el Subgrupo Nacional Alquitranes, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes había sometido a su consideración, deduciendo como más interesantes las conclusiones siguientes:

- 1.º Desde un punto de vista técnico no se estimaba lógica, en principio, la distribución de cifras de consumo de los diversos productos bituminosos.
- 2.º Se consideraba precisa una inmediata normalización de los distintos ligantes bituminosos como base a su fabricación y recepción.
- 3.º Se concedía al suministro de productos bituminosos a granel toda su importancia, aun cuando por el momento no parecía posible la resolución de todos los problemas que entrañaba.
- 4.º Se consideraba especialmente interesante el problema de los alquitranes,

tanto en lo referente a sus condiciones técnicas como a sus aspectos económicos.

- 5.º Se entendía que la programación anual previa de las necesidades de ligantes era una cuestión que podía abordarse en función de las correspondientes curvas estadísticas sobre datos de consumo por el propio Subgrupo Nacional Alquitranes, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes.
- 6.º La Dirección General de Carreteras no podía comprometerse al consumo del 18 por 100 del alquitrán que se producía en España ante la incertidumbre de su comportamiento. No obstante, brindaba su colaboración para que se concedieran los oportunos cupos que los servicios oficiales o particulares necesitaran para la fabricación de productos con destino a carreteras.
- 7.º Procedía determinar las características que debía poseer el alquitrán para su uso en carreteras y recabar, en su caso, una nueva definición de especificaciones y precios.
- 8.º Para coordinar los intereses de los fabricantes de productos bituminosos y los de la Dirección General de Carreteras, el Ministerio de Obras Públicas consideraba conveniente la creación de un Grupo de Trabajo que podría estar constituido:
  - Por elementos integrantes del Subgrupo que representarían a los fa-

bricantes de los productos que se normalizasen, debiendo variar en sus personas de acuerdo con las cuestiones a tratar.

- Por técnicos del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo.
- Por una representación de la Dirección General de Carreteras, que dirigiría el trabajo del citado Grupo.

Paso a paso van adelantando las aspiraciones del Subgrupo Nacional Alquitrane, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes, de las que son nuevos peldaños alcanzados la comunicación del Ministerio de Obras Públicas anteriormente aludida y un escrito de la Secretaria General Técnica del Ministerio de Industria, fechado a finales de 1959, en el que se comunicaba que el alquitrán había quedado en libertad de producción, comercio, distribución y precio.

En Junta General celebrada el 10 de diciembre de 1959, el Subgrupo Nacional Alquitrane, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes acordó que los miembros a integrar el Grupo de Trabajo propuesto fuesen los componentes de su Comisión Permanente, en la que se hallan representadas las industrias de betunes asfálticos, emulsiones, productos bituminosos especiales, impermeabilizantes y alquitrane.

Esta resolución se puso en conocimiento del Ministerio de Obras Públicas, acogándose a la indicación del mismo sobre la variación de sus personas para un mejor asesora-

miento y estudio de los problemas de cada caso concreto.

En enero de 1960, el director general de Carreteras comunicó al Sindicato Nacional de Industrias Químicas que había designado como representante suyo en el Grupo de Trabajo del Subgrupo Nacional Alquitrane, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes al ingeniero de Caminos, Canales y Puertos don *Jorge Fanlo Nicolás*, recomendando los inmediatos contactos necesarios para organizar la labor a desarrollar por el indicado Grupo. Unos días después, la citada Dirección General comunicaba, asimismo, la designación del ingeniero de Caminos, Canales y Puertos don *Enrique Balaguer Camphuis* como representante del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo.

El 29 de febrero de 1960 se celebró la primera reunión, quedando constituido el Grupo de Trabajo por diversos miembros del Subgrupo Nacional Alquitrane, Emulsiones, Asfaltos e Impermeabilizantes y el representante del Laboratorio del Transporte, bajo la presidencia del representante de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas.

A partir de esta primera reunión y con un extenso e interesante plan de trabajo por delante, durante los tres años siguientes en periódicas y continuadas reuniones, el Grupo de Trabajo, con el concurso de los representantes oficialmente designados, así como con el de todos los interesados en los complejos problemas que su labor iba exi-

giendo, fue consiguiendo un completo enfoque de cuantos puntos interesaba fijar, normalizar y recomendar, tanto en los aspectos técnicos como en los económicos.

Es en 1964 cuando, después de innumerables consultas y estudios, el Grupo de Trabajo pudo ofrecer una serie de especificaciones para su aplicación a la fabricación en España de productos bituminosos utilizados en carreteras.

Si interesante y provechosa puede considerarse la actuación desarrollada hasta el momento por el Grupo de Trabajo, quedan aún lagunas y problemas que afectan a las industrias de productos bituminosos, cuya solución es el máximo aliciente del indicado Grupo, que espera continuar una labor permanente de orientación y coordinación con los organismos interesados que lo deseen y especialmente con el Sindicato de la Construcción, Vidrio y Cerámica, a los que desde aquí enviamos nuestra invitación para llevar a feliz término la citada colaboración.

## 2. LABOR DESARROLLADA

A partir del mes de febrero de 1960, el Grupo de Trabajo inició sus reuniones, juntas y consultas, aprobando un plan de trabajo cuyas directrices eran las siguientes:

- a) Agrupación de los ligantes bituminosos en
  - Betunes asfálticos.
  - Betunes fluidificados.
  - Emulsiones asfálticas.
  - Alquitrans.
  - Productos especiales.
- b) Estudio, desde un punto de vista técnico, de la tipificación y normalización de los indicados ligantes y recomendaciones sobre su uso y empleo.
- c) Abstracción de los problemas relativos a la fijación de precios en los ligantes, aspecto en el que se supeditará a los criterios de los organismos competentes.
- d) Mantenimiento de estrechas relaciones con fabricantes y contratistas a tra-

vés de los Sindicatos de Industrias Químicas y de la Construcción, Vidrio y Cerámica. Fijadas las conclusiones provisionales sobre un tema concreto, se enviarán a los grupos interesados para su estudio y contestación, a la vista de las cuales volverán a ser discutidas hasta su conversión en definitivas.

En lo que a continuación se expresa, se ha intentado transcribir, en resumida exposición, toda la actuación del Grupo de Trabajo en relación con los distintos tipos de ligantes bituminosos de posible empleo en la técnica actual de carreteras.

### 3. BETUNES ASFALTICOS

#### 3.1. Especificaciones.

Se aceptó plenamente la definición de betunes adoptada por la Asociación Internacional Permanente de los Congresos de la Carretera (AIPCR) que a continuación se transcribe:

«Son los productos bituminosos sólidos o viscosos, naturales o preparados a partir de hidrocarburos naturales por destilación, oxidación o cracking, que contienen un pequeño tanto por ciento de productos volátiles, poseen propiedades aglomerantes características y son esencialmente solubles en sulfuro de carbono.»

Los tipos de betún asfáltico a los que prácticamente estaba reducido el consumo de este producto en España eran los de penetración 40/60, 80/100 y 180/200.

Partiendo de que la industria nacional estaba capacitada para fabricar cualquier tipo de betún asfáltico dentro de cualquier especificación, se discutió y estudió la conveniencia de normalizar una gama de productos de amplia variación en sus penetraciones, tendiendo a un mayor campo de aplicaciones.

Tras amplios debates sobre la cuestión, se aceptaron los tipos que a continuación se señalan y que se definirán por sus penetraciones máxima y mínima precedidas por el símbolo B; B30/40, B40/60, B60/80, B80/100, B100/150, B150/200 y B200/300.

El estudio concreto de las especificaciones para betunes asfálticos exigió una labor previa de aportación de información sobre la materia en la que se consiguió la recopilación de las normas en vigor en Alemania, Australia, Bélgica, España, Estados Unidos, Francia, Holanda, Hungría, Inglaterra, Italia, Japón, Portugal, Rusia, Suecia y Suiza.

Conviene aclarar que, dada la gran variedad de especificaciones y normas de ensayo existentes en Estados Unidos, fue obligada una previa comparación de las mismas, aceptándose como resultado el limitarse en el estudio a realizar a las establecidas por las organizaciones A. S. T. M. (1), A. A. S. H. O. (2), Instituto del Asfalto e Instituto del Petróleo.

Después de analizar exhaustivamente la información recogida, se pudo constatar lo siguiente:

- Todas las especificaciones vigentes definían una serie de características cuyo cumplimiento podía ser, en principio, necesario, pero no suficiente.

(1) American Society for Testing Materials.

(2) American Association of State Highway Officials.

- Las especificaciones americanas no hacían referencia alguna al punto de reblandecimiento; las europeas sí.
- Las especificaciones italianas eran las únicas que incluían condiciones respecto a la adhesividad.
- Se observó una clara tendencia, muy significativa, a incluir en las nuevas especificaciones condiciones directamente relacionadas con las características reológicas de los betunes asfálticos.
- En general, las especificaciones que incluyen el Ensayo de la Mancha le dan un carácter potestativo.

A la vista de lo señalado, el Grupo de Trabajo acordó estudiar detenidamente aquellos ensayos que debían considerarse para fijar las características de los betunes asfálticos en nuestro país, al objeto de poder determinar, posteriormente, sus correspondientes límites.

Tras largos debates, se aprobó que las especificaciones deberían definir las siguientes características:

- Penetración.
- Índice de penetración.
- Pérdidas por calentamiento.
- Ductilidad.
- Penetración sobre el residuo después de las pérdidas por calentamiento.

- Solubilidad.
- Punto de Fraas.
- Densidad relativa.

No se aceptó el Ensayo de la Mancha como característica, resolviendo fijar al respecto una recomendación para su utilización en el control de los ligantes en obra.

Para la realización de todos los ensayos establecidos, se propuso adoptar las normas NLT del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, solicitando de dicho organismo la redacción y puesta a punto de aquellas normas que no estuvieran redactadas o cuya revisión estimasen oportuna.

La definición de los límites de las características de los distintos tipos de betunes asfálticos a especificar ocupó al Grupo de Trabajo durante numerosas reuniones, al término de las cuales se aprobaron las siguientes conclusiones:

a) Penetración.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 124/63.

Se ratificó la serie de tipos aprobada con anterioridad.

b) Índice de penetración.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 181/63.

La indicada aceptación se subordinó a que el Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo efectuase un ciclo de ensayos que permitieran la comparación de sus resultados con los que obraban en poder del Grupo de Trabajo. En tal sentido, se recomendó que se comprobaran los distintos puntos de reblandecimiento obtenidos a partir de los índices de penetración definidos por los intervalos:

— 1 ÷ + 1, — 1 ÷ + 0,7 y — 0,1 ÷ + 0,7

Presentados por el indicado Laboratorio los resultados obtenidos, se llegó a la conclusión de adoptar como límites mínimo y máximo del índice de penetración de los distintos tipos de betún asfáltico a normalizar los valores +1 y —1, los cuales delimitarán los correspondientes puntos de reblandecimiento en función de la penetración.

c) Pérdidas por calentamiento.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 128/63.

Para los distintos tipos de betún asfáltico a normalizar, se adoptaron los valores máximos que a continuación se indican:

- el 0,5 % para los de penetración inferior a  $80 \times 10^{-1}$  mm.
- el 1,0 % para los de penetración

comprendida entre  $80 \times 10^{-1}$  mm. y  $200 \times 10^{-1}$  mm.

- el 1,5 % para los de penetración superior a  $200 \times 10^{-1}$  mm.

d) Ductilidad.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 126/63.

Para los distintos tipos de betún asfáltico a normalizar, se adoptaron los valores mínimos que a continuación se indican, determinados a una temperatura de 25° C, a excepción del último, que lo será a 15° C.

B30/40	:	40 cm
B40/60	:	60 cm
B60/80	:	80 cm
B80/100	:	100 cm
B100/150	:	100 cm
B150/200	:	100 cm
B200/300	:	100 cm

e) Penetración sobre el residuo después de la pérdida por calentamiento.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 124/63.

Para todos los tipos de betún asfáltico a normalizar, se adoptó como valor mínimo el del 75 % de la penetración original.

f) Solubilidad.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 130/63.

Tras intensos cambios de impresiones, se decidió suprimir de las especificaciones, en su parte general, la solubilidad en sulfuro de carbono.

Aceptada, en cambio, la solubilidad en tetracloruro de carbono para todos los tipos de betún asfáltico a normalizar, se fijó como valor mínimo el del 99,5 %, en peso.

Para el caso en el que la solubilidad establecida sea inferior al límite fijado, se aprobó formular una recomendación que marcara los límites entre los que será necesario recurrir a la solubilidad en sulfuro de carbono. Dicha recomendación se redactó según el texto siguiente:

«Si la solubilidad en tetracloruro de carbono es inferior al 99,5 % y superior al 99 %, se determinará la solubilidad en sulfuro de carbono, debiendo ser la diferencia entre ambas solubilidades menor de 0,5.»

g) Punto de Fraas.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 182/63.

Para los distintos tipos de betún asfáltico a normalizar, se adoptaron los valores máximos que a continuación se indican:

B30/40	:	— 2° C
B40/60	:	— 5° C

B60/80	:	— 8° C
B80/100	:	—10° C
B100/150	:	—12° C
B150/200	:	—15° C
B200/300	:	—18° C

h) Densidad relativa.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 122/63.

Para los distintos tipos de betún asfáltico a normalizar, se adoptaron los límites mínimo y máximo que a continuación se indican:

- de 1,00 a 1,07 para los de penetración inferior a  $80 \times 10^{-1}$  mm.
- de 1,00 a 1,05 para los de penetración comprendida entre  $80 \times 10^{-1}$  mm y  $200 \times 10^{-1}$  mm.
- de 0,99 a 1,05 para los de penetración superior a  $200 \times 10^{-1}$  mm.

En el Cuadro número 1 se incluyen las especificaciones adoptadas para los betunes asfálticos, especificaciones que se acordó enviar al Instituto de Racionalización del Trabajo a los efectos que se considere pertinente.

3.2. *Aplicaciones.*

Establecidos los oportunos contactos con el Sindicato de la Construcción, Vidrio y Cerámica, el Grupo de Trabajo acordó recomendar la aplicación de los betunes asfál-

ticos normalizados en las unidades de obra siguientes:

- En tratamientos por penetración:  
tipos B80/100, B100/150 y B150/200.
- En tratamientos superficiales:  
tipos B150/200 y B200/300.
- En tratamintos con lechadas bituminosas: tipo B150/200.
- En mezclas bituminosas en caliente:  
tipos B60/80, B80/100, B100/150 y B150/200.

En cualquier caso, deberá tenderse a la utilización de los betunes asfálticos de la más baja penetración compatible con el procedimiento y equipo de empleo, así como con las demás circunstancias que ha de tener en cuenta el proyectista.

## 4. BETUNES FLUIDIFICADOS

### 4.1. *Especificaciones.*

Al iniciarse por el Grupo de Trabajo el estudio de los betunes fluidificados, siguiendo una pauta similar a la que había servido de base para la labor desarrollada en relación con los betunes asfálticos, el primer problema que se planteó fue la normalización de los betunes fluidificados con aceites derivados del alquitrán. La cuestión presentaba una doble vertiente. Por una parte, quedó fuera de toda discusión la conveniencia de la indicada normalización; por otra, las dificultades del tema y la falta de información sobre el mismo hacían de momento prácticamente imposible llegar a conclusiones responsables.

En consecuencia, se decidió encargar al Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo un estudio sobre las condiciones del betún residual de los betunes fluidificados con aceites apropiados derivados del alquitrán, así como de las posibles características que podrían servir de base para una discusión posterior en las especificaciones de tales productos.

A fin de concretar el estudio solicitado, se recomendó partir de un betún asfáltico

B150/200 para la consecución de tres tipos de betún fluidificado de curado medio: uno de alta viscosidad, otro de viscosidad media y, finalmente, otro de baja viscosidad. Limitada la discusión a los betunes fluidificados con productos derivados del petróleo, conviene señalar que todo cuanto a continuación se indica, dentro del epígrafe 4, se refiere exclusivamente a este tipo de ligantes.

Como base de partida, se aceptó plenamente la definición de betunes asfálticos fluidificados, adoptada por la AIPCR, que a continuación se transcribe:

«Son los productos resultantes de la incorporación a un betún asfáltico de fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo.»

Aun cuando, dentro de ciertas limitaciones, en el mercado nacional se podía adquirir toda la gama de betunes asfálticos fluidificados, definidos de acuerdo con las especificaciones americanas ASTM D 597-46 y D 598-46, el consumo estaba prácticamente reducido a los tipos MC1 y RC3.

En los debates planteados sobre los tipos que se debían normalizar, fue opinión general la conveniencia de reducir su número en lo posible.

Por ello, la primera propuesta que se formuló fue la de establecer tres tipos de betún fluidificado de curado medio, de baja, media y alta viscosidad, y otros tres tipos de curado rápido, con las mismas viscosi-

dades que los de curado medio. Posteriormente, esta propuesta fue modificada en el sentido de ampliar los tipos indicados con otro más de curado rápido y de viscosidad más elevada que la correspondiente al tipo cinco americano, para su utilización en tratamientos superficiales con temperaturas ambientes elevadas.

Sin embargo, pronto se llegó a la conclusión de la necesidad de discutir este tema conjuntamente con el de las especificaciones a adoptar.

Excluida la posibilidad de establecer unas normas originales, dada la escasa experiencia nacional en la investigación y empleo de los betunes asfálticos fluidificados, se estudiaron las normas vigentes en distintos países, aceptándose que las especificaciones francesas y las americanas ASTM, anteriormente citadas, eran las que mejor podrían adaptarse a las condiciones españolas.

Era evidente que las normas francesas se ajustaban, en principio, mejor que las americanas a los extremos deseados por los componentes del Grupo de Trabajo. Sin embargo, el hecho de que los productos en el mercado respondían a especificaciones americanas, razón por la que eran dichas especificaciones las que figuraban en los pliegos de condiciones de los proyectos de la Administración, unido a las indudables ventajas que ofrecía la continuidad de unas normas que habiendo sido oficiales se convertían en oficiales, en apoyo de la política iniciada por la Dirección General

de Carreteras para que se utilizasen betunes asfálticos fluidificados en campos de aplicación en los que sólo se empleaban betunes de penetración, inclinaban la elección hacia las normas americanas.

Así las cosas, se publicaron en aquellas fechas las nuevas especificaciones sobre betunes fluidificados del Instituto del Asfalto de Estados Unidos, en las que los doce tipos tradicionales de curado medio y rápido se reducían a ocho, cuyas designaciones respondían a su viscosidad cinemática, medida a 60° C.

La subsistencia de las razones anteriormente indicadas, unido al hecho de que los laboratorios montados por la Administración para la vigilancia y control de las obras se habían dotado de los equipos precisos para desarrollar su labor basándose en las normas ASTM, indujeron al Grupo de Trabajo a ratificar las conclusiones adoptadas provisionalmente y que se expresan a continuación:

- a) Excluir de las normas los betunes asfálticos fluidificados de curado lento.
- b) Adoptar para los betunes asfálticos fluidificados de curado medio y rápido las designaciones y características definidas en la normas ASTM D 598-46.
- c) Solicitar del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo la redacción y puesta a punto de aquellas normas de ensayo NLT que, en relación con las especificaciones adoptadas, no estuvie-

ran redactadas o cuya revisión estimasen oportuna.

- d) Recomendar, en aquellos casos en que se estime conveniente, el empleo de un betún asfáltico fluidificado de curado rápido de máxima viscosidad, que se designará como RC6, cuyas características serán las siguientes:

- Punto de inflamación (NLT 136/63):

27° C+

- Viscosidad Furol (NLT 133/63).

a 82° C: 800 s ÷ 1.300 s

a 87° C: 550 s ÷ 1.200 s

a 97° C: 300 s ÷ 600 s

- Destilación (tanto por ciento, en volumen, del total destilado a 360° C) (NLT 134/63):

a 225° C: —

a 260° C: 10%+

a 316° C: 60%+

Residuo de la destilación a 360°:

85%+ en volumen.

- Ensayos sobre el residuo de destilación:

Penetración (NLT 124/63):

80×10<sup>-1</sup> mm ÷ 120×10<sup>-1</sup> mm.

Ductilidad a 25° C (NLT 126/63):

100 cm+.

Solubilidad en Cl<sub>2</sub>C (NLT 130/63):

99,5%+ en peso.

e) Recomendar a la Administración que dotase a sus servicios de los medios necesarios para poder determinar la viscosidad cinemática de los ligantes fluidificados.

f) Solicitar de las empresas suministradoras de betunes asfálticos que diesen máxima prioridad a la resolución de los problemas de distribución a granel relativos a los siguientes productos:

B80/100, B150/200, MC0 y RC0

ya que partiendo de los mismos podría obtenerse toda la gama de betunes asfálticos fluidificados que pueden ser utilizados en carreteras.

En los Cuadros números 2 y 3 se incluyen las especificaciones adoptadas para los betunes asfálticos fluidificados, especificaciones que se acordó enviar al Instituto de Racionalización del Trabajo a los efectos que se considere pertinente.

#### 4.2. Aplicaciones.

Establecidos los oportunos contactos con el Sindicato de la Construcción, Vidrio y Cerámica, el Grupo de Trabajo acordó recomendar la aplicación de los betunes asfálticos fluidificados normalizados en las unidades de obra siguientes:

- En estabilizaciones:  
tipos MC2, MC3.

- En riegos de imprimación:  
tipos MC0, MC1 y MC2.
- En tratamientos por penetración:  
tipos MC3, MC4, MC5, RC2, RC3, RC4 y RC5.
- En tratamientos superficiales:  
tipos MC3, MC4, MC5, RC2, RC3, RC4 y RC5.
- En riegos de adherencia:  
tipos RC0, RC1 y RC2.
- En mezclas bituminosas en frío:  
tipos MC2, MC3, RC1, RC2 y RC3.
- En mezclas bituminosas en caliente:  
tipos MC4, MC5, RC4 y RC5.

En cualquier caso, deberá tenderse a la utilización de los betunes asfálticos fluidificados cuyo residuo en obra ofrezca la más baja penetración. Ello siempre que sea compatible con el procedimiento y equipo de empleo, así como las demás circunstancias que ha de tener en cuenta el proyectista.

## 5. EMULSIONES ASFALTICAS

### 5.1. Especificaciones.

Limitando su actuación a las emulsiones asfálticas directas, el Grupo de Trabajo abordó primeramente las cuestiones relativas a las emulsiones aniónicas, aceptándose plenamente la definición adoptada por la AIPCR que a continuación se transcribe:

«Son las suspensiones de pequeñas partículas de un producto asfáltico en agua o en una solución acuosa, con un agente emulsionante de carácter aniónico.»

El consumo de emulsiones asfálticas aniónicas en España ha sido y es relativamente importante. En consecuencia, la técnica de su fabricación ha estado siempre a nivel internacional, aun cuando en muchos casos no se reflejaba en la práctica, dado lo frecuente de su fabricación en obra. Esta situación ha ido evolucionando y en la actualidad puede suponerse desaparecida.

Las emulsiones aniónicas existentes en el mercado respondían a una gama completa de tipos de rotura rápida, media y lenta, fabricados, en general, de acuerdo con especificaciones francesas, alemanas y norteamericanas.

Partiendo de que la industria nacional estaba capacitada para fabricar cualquier tipo de emulsión asfáltica aniónica dentro de cualquier especificación, se discutió ampliamente la tipificación de dichos productos, aceptándose cuatro tipos: dos de rotura rápida, uno de rotura media y otro de rotura lenta. Su designación se hará mediante los símbolos EAR, EAM y EAL, seguidos, en su caso, de los números 1 ó 2, de acuerdo con su contenido de betún asfáltico.

El estudio concreto de las especificaciones para emulsiones asfálticas aniónicas directas se inició con el análisis de las normas vigentes para dichos productos en distintos países, dedicando especial atención a las francesas y a las americanas ASTM, por entender que eran las más adecuadas a las circunstancias españolas.

Del indicado estudio se dedujeron las siguientes conclusiones:

- a) Adoptar para las emulsiones asfálticas aniónicas las características definidas por la Norma ASTM D 977-57.
- b) Solicitar del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo la redacción y puesta a punto de aquellas normas de ensayo NLT que, en relación con las especificaciones adoptadas, no estuvieran redactadas o cuya revisión estimasen oportuna.
- c) Aceptar, para su utilización en casos especiales, un tipo de rotura lenta, de-

signado como EALL1, en el que la penetración del residuo, medida según la Norma de Ensayo NLT 124/63 puede llegar a ser, como mínimo, de  $40 \times 10^{-1}$  milímetros.

Las cuestiones relativas a las emulsiones asfálticas catiónicas, tanto por los delicados aspectos que ofrecía su fabricación, en general objeto de diversas patentes, como por la dificultad intrínseca del tema, plantearon al Grupo de Trabajo una ardua labor.

Como primera providencia, se aceptó plenamente, para estos ligantes, la definición de la AIPCR que a continuación se transcribe:

«Son las suspensiones de pequeñas partículas de un producto asfáltico en agua o en una solución acuosa con un agente emulsionante de carácter catiónico.»

La evidente necesidad de unas especificaciones que permitiesen uniformar, aunque fuese relativamente, los tipos existentes en el mercado y su fabricación, presentaba los naturales riesgos de la escasa experiencia por parte de fabricantes y usuarios sobre su composición, propiedades y comportamiento en obra. Por otra parte, la política de todos los países respecto a la normalización de las emulsiones catiónicas implicaba una falta razonable de información en cuanto se refería a especificaciones en vigor.

La fase de estudio se inició con el relativo a las normas holandesas de 1957 y a la

propuesta hecha a la ASTM en 1960 por los técnicos americanos E. W. Mertens, L. D. Coyne y E. D. Rogers. Posteriormente, se complementó con el análisis de otras normas, oficiales u oficiosas, de Alemania, Inglaterra, Francia y Estados Unidos. Después de numerosas reuniones y debates sobre la materia, se llegó a la conclusión de que las especificaciones para emulsiones asfálticas catiónicas debían recoger una serie de características similares a las establecidas para las aniónicas, al objeto de tipificar ambos productos en cuanto fuese posible.

Aun cuando, en principio, se aceptaron cuatro tipos de emulsiones asfálticas catiónicas, su creciente empleo en la fabricación de mezclas, tanto con áridos gruesos como con finos, aconsejaron su ampliación a cinco: dos de rotura rápida, dos de rotura media y uno de rotura lenta. Su designación se hará mediante los símbolos ECR, ECM y ECL, seguidos, en su caso, de los números 1 y 2, de acuerdo con su contenido de betún asfáltico. Las discusiones relativas a las características que debían definir los tipos indicados se centraron sobre los extremos siguientes:

- Viscosidad.
- Acidez.
- Contenido de agua.
- Contenido de betún asfáltico.
- Sedimentación.
- Tamizado.

- Mezcla con cemento.
- Resistencia al desplazamiento por agua.
- Residuo de destilación.

A juicio del Grupo de Trabajo, tales características definían satisfactoriamente los diferentes tipos de emulsión.

— Su definición catiónica mediante los ensayos de carga de partículas y determinación del pH.

— La calidad y cantidad de sus productos base a través de los ensayos de contenido de agua, contenido de ligante y residuo de destilación.

— La calidad de la emulsión en orden a su fabricación por los ensayos de sedimentación y tamizado.

— La calidad de la emulsión en cuanto se refiere a su aplicación por los ensayos de viscosidad, mezcla con cemento y resistencia al desplazamiento por agua.

La primera definición de los límites de las características de los distintos tipos de emulsiones asfálticas catiónicas se hizo con carácter totalmente provisional, encargando al Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo y a distintas empresas fabricantes los ensayos necesarios para poder dictaminar si era posible la fabricación de los tipos recomendados y factible su control. De la información aportada, se pudo constatar lo siguiente:

- La obtención de las viscosidades especificadas y su determinación no ofrecen dificultad alguna.
- Tampoco plantean problemas las cuestiones relativas a la carga de partículas, determinación del pH, contenido de agua, sedimentación, tamizado y mezcla con cemento.
- Las mayores dificultades, sin que por el momento puedan considerarse resueltas, se presentan al realizar los ensayos de destilación.

Siguiendo el procedimiento normalizado no se consigue destilar la totalidad del fluidificante empleado más que en el caso de ser de tipo ligero, gasolina o keroseno; en cambio, cuando el fluidificante es más pesado, petróleo o aceite de alquitrán, parte del mismo permanece en la retorta, los ensayos no son reproducibles a plena satisfacción y el residuo queda más o menos fluidificado.

Otra dificultad que presentan los ensayos de destilación, aunque de menor importancia, es que, al destilar el emulsionante junto con el agua y el fluidificante, se forma una emulsión que tarda algún tiempo en romper, lo que dificulta la medida del volumen del fluidificante. Al objeto de solventar estos inconvenientes y en el supuesto de que se tolerasen distintos tipos de fluidificantes, se propusieron dos soluciones:

La primera consistía en modificar el procedimiento normal de destilación en

cuanto a tiempo, temperatura y cantidad de muestra. La segunda, efectuar la destilación, de acuerdo con las normas, para eliminar el agua y el emulsionante y al residuo añadirle nuevamente los aceites destilados, realizando a continuación un ensayo de destilación similar al empleado para los betunes fluidificados, con lo que se obtendría el residuo y la proporción de aceites; esta solución presenta los inconvenientes de tener que realizar un ensayo más y de que, de no eliminarse totalmente el emulsionante, puede formarse espuma, haciendo difícil la segunda destilación; pero tiene la ventaja de permitir conocer perfectamente el betún residual y la naturaleza y cantidad del fluidificante empleado.

Queda, por último, la posibilidad de realizar sobre el residuo de destilación o sobre la propia emulsión el ensayo de pérdidas por evaporación a 163°C durante dos horas, determinando la penetración y demás características del resto obtenido.

- La resistencia al desplazamiento por agua, al ser medida por apreciaciones visuales es difícil de reproducir con exactitud.
- La correlación entre las especificaciones propuestas y el comportamiento de las emulsiones a tipificar sólo podía realizarse después de un plazo prudencial y a la vista de la experiencia real en obra.

— Convendría solicitar del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo la redacción y puesta a punto de las normas de ensayo NLT que no estuvieran normalizadas o cuya revisión estimasen oportuna.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y con el carácter de provisionalidad al que obligaba la propia naturaleza del tema tratado, se aprobaron las siguientes conclusiones:

a) Viscosidad.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 138/63.

Para los distintos tipos de emulsión asfáltica catiónica a normalizar, se adoptaron los límites mínimo y máximo que a continuación se indican:

- ECR1: a 25° C, de 20 s ÷ 100 s
- ECR2: a 50° C, de 20 s ÷ 300 s
- ECM1: a 50° C, de 20 s ÷ 300 s
- ECM2: a 50° C, de 20 s ÷ 300 s
- ECL1: a 25° C, de 20 s ÷ 100 s

Los límites especificados son más amplios para el tipo más viscoso de rotura rápida y los dos de rotura media. En principio, parece lógico respetar dicha amplitud, puesto que los tres tipos han de cubrir los campos de empleo de tratamientos superficiales y mezclas.

b) Acidez.

Respecto a la carga de partículas, se estimó necesaria la redacción de una nueva norma de ensayo.

Para todos los tipos de emulsión asfáltica catiónica, se adoptó, como es natural, que la indicada carga fuera positiva.

Respecto a la acidez definida por el pH, se estimó, asimismo, necesaria la redacción de una nueva norma de ensayo.

Su determinación se concretará al tipo ECL1, para el que se adoptó el valor máximo de 6,7.

c) Contenido de agua.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 137/63.

Para los distintos tipos de emulsión asfáltica catiónica a normalizar, se adoptaron los valores máximos que a continuación se indican:

- ECR1: 40%, en volumen.
- ECR2: 35%, en volumen.
- ECM1: 25%, en volumen.
- ECM2: 28%, en volumen.
- ECL1: 43%, en volumen.

d) Contenido de betún asfáltico.

Se estima necesaria la redacción de una nueva norma de ensayo.

Con el deseo de homogenizar conceptos, se concretó la determinación del betún asfáltico residual en lugar de la más amplia del ligante residual, que puede incluir el fluidificante.

Para los distintos tipos de emulsión asfáltica catiónica a normalizar, se adoptaron los valores mínimos que a continuación se indican:

- ECR1, ECM1 y ECL1: 57%, en peso.
- ECR2 y ECM2: 62%, en peso.

e) Fluidificantes por destilación.

Se estimó necesaria la redacción de una nueva norma de ensayo.

Para los distintos tipos de emulsión asfáltica catiónica a normalizar, se adoptaron los valores máximos que a continuación se indican:

- ECR1 y ECR2: 5%, en volumen.
- ECM1: 20%, en volumen.
- ECM2: 12%, en volumen.

La proporción y caracterización de los fluidificantes sólo será correcta en el caso de que se empleen fluidificantes ligeros.

f) Sedimentación a los cinco días.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 140/63.

Para todos los tipos de emulsión asfáltica catiónica a normalizar, se adoptó el valor máximo del 5%, en peso.

g) Tamizado.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 142/63, con la variación de reemplazar la solución al 2% de oleato sódico por agua destilada.

Para todos los tipos de emulsión asfáltica catiónica a normalizar, se adoptó el valor máximo del 0,10%, en peso.

h) Mezcla con cemento.

Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 144/63.

Su determinación se concretará al tipo ECL1, para el que se adoptó un valor máximo del 2%, en peso.

i) Resistencia al desplazamiento por agua.

Se estimó necesaria una nueva norma de ensayo.

Su determinación se concretará a los tipos ECM1 y ECM2, para los que se

adoptaron los valores mínimos que a continuación se indican:

- Con áridos secos: 80%.
- Con áridos húmedos: 60%.

El ensayo que permitiría la comparación de los resultados obtenidos con los límites señalados es el que se describe en la publicación "Ensayos de laboratorio y especificaciones recomendadas para emulsiones asfálticas catiónicas de rotura rápida y mezclas con áridos gruesos", de las que son autores los señores E. W. Mertens, L. D. Coyne y F. D. Rogers, del Grupo de Investigación de la American Bitumuls and Asphalt Company, de California.

La idea de este ensayo es determinar el comportamiento de un árido grueso en mezclas de granulometría abierta con emulsión asfáltica catiónica y mide la aptitud de una emulsión para cubrir un árido uniforme y completamente, y resistir, después, el efecto de desplazamiento por agua. Se puede realizar con áridos secos y con áridos húmedos, entendiendo por tales los siguientes:

- Áridos secos: Los secados al aire a temperatura ambiente durante veinticuatro horas.
- Áridos húmedos: Los áridos secos mezclados vigorosamente en un recipiente adecuado con un 2%, en peso, de agua.

El procedimiento del indicado ensayo se transcribe en el Apéndice A.

- j) Penetración del residuo de destilación. Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 124/63.

Para los distintos tipos de emulsión asfáltica catiónica a normalizar, se adoptaron los límites máximos y mínimos que a continuación se indican:

- ECR1, ECR2 y ECL1:  
 $100 \times 10^{-1} \text{ mm} \div 200 \times 10^{-1} \text{ mm}.$
- ECM1 y ECM2:  
 $100 \times 10^{-1} \text{ mm} \div 250 \times 10^{-1} \text{ mm}.$

La caracterización del residuo de destilación sólo será correcta en el caso de que se empleen fluidificantes ligeros.

Por ello, los límites establecidos en las especificaciones son relativamente amplios, especialmente en los tipos de rotura media, teniendo en cuenta su posible utilización en la fabricación de mezclas almacenables.

- k) Ductilidad del residuo de destilación. Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 126/63.

Para todos los tipos de emulsión asfáltica catiónica a normalizar, se adoptó el valor mínimo de 40 cm.

- l) Solubilidad en tetracloruro de carbono. Se aceptó la Norma de Ensayo NLT 130/63.

Para todos los tipos de emulsión asfáltica catiónica a normalizar, se adoptó el valor mínimo del 97,5%, en peso.

- m) Aceptar, para su utilización en casos especiales, un tipo de rotura lenta designado como ECLL1, en el que la penetración del residuo, medida según la Norma de Ensayo NLT 124/63, puede llegar a ser  $40 \times 10^{-1}$  mm.
- n) Aceptar la posibilidad de especificaciones distintas a las establecidas cuando las circunstancias lo aconsejen. En tales casos, los fabricantes propondrán su aprobación a la Administración, justificando sus características.

En los Cuadros números 4 y 5 se incluyen las especificaciones adoptadas para las emulsiones asfálticas, aniónicas y catiónicas, especificaciones que se acordó enviar al Instituto de Racionalización del Trabajo a los efectos que se considere pertinente.

## 5.2. Aplicaciones.

Establecidos los oportunos contactos con el Sindicato de la Construcción, Vidrio y Cerámica, el Grupo de Trabajo acordó recomendar la aplicación de las emulsiones asfálticas normalizadas en las unidades de obra siguientes:

- En estabilizaciones:  
tipos EAL1, EALL1, ECL1 y ECLL1.

- En riegos de imprimación:  
tipos EAL1 y ECL1.
- En tratamientos por penetración:  
tipos EAR1, EAR2, EAM2, ECR1, ECR2, ECM1 y ECM2.
- En tratamientos superficiales:  
tipos EAR1, EAR2, ECR1 y ECR2.
- En tratamientos con lechada bituminosa:  
tipos EAM2, EAL1, EALL1, ECM2, ECL1 y ECLL1.
- En riegos de adherencia:  
tipos EAR1 y ECR1.
- En mezclas bituminosas en frío:  
tipos EAM2, EAL1, ECM1, ECM2 y ECL1.

## 6. ALQUITRANES DE HULLA

### 6.1. Especificaciones.

El último tema tratado en esta primera etapa de actuación del Grupo de Trabajo fue el de los alquitranes para su empleo en carreteras.

La primera conclusión adoptada fue que los estudios a efectuar se concretasen a los alquitranes de hulla, dejando para otra etapa posterior los relativos a las mezclas alquitrán - betún y betún - alquitrán, prácticamente fuera de uso en España.

Se aceptó plenamente la definición de alquitranes de hulla adoptada por la AIPCR, que a continuación se transcribe:

«Son productos bituminosos semisólidos o líquidos que resultan de la destilación destructiva del carbón de hulla.»

Por diversas circunstancias, la situación real en el mercado de estos ligantes hacía especialmente necesarias unas especificaciones que pudieran servir de base a una completa reorganización estructural y técnica de los fabricantes y permitiesen el suministro de productos de máxima garantía para los usuarios.

Tal situación ofrecía, como es lógico, ventajas e inconvenientes. Por una parte, la existencia de premisas que de alguna forma podían coartar la labor del Grupo de Trabajo permitía una libertad de acción prácticamente absoluta; por otra, la escasa experiencia directa impedía abordar el tema con originalidad.

Por ello, se admitió, desde el primer momento, la necesidad de adoptar provisionalmente unas especificaciones extranjeras con las que poder conseguir, a la mayor brevedad posible, los fines anteriormente apuntados.

Teniendo en cuenta los puntos de vista de la industria nacional del alquitrán, así como la evolución creciente de las aplicaciones de este ligante bituminoso, se decidió realizar un estudio comparativo de las especificaciones vigentes en distintos países, a cuyo fin se procedió a una recopilación de información, consiguiéndose las normas de Alemania, Bélgica, Estados Unidos, Francia, Holanda, Inglaterra, Italia, Polonia, Suecia y Suiza. Después de analizar exhaustivamente las indicadas especificaciones, se pudo constatar lo siguiente:

- La mayor parte de los tipos especificados tienen sus equiviscosidades comprendidas entre 20° C y 45° C, por ser este intervalo el más apropiado para los diferentes empleos del alquitrán.
- Para la fabricación de mezclas bituminosas de alta calidad se especifican tipos más viscosos, con equiviscosidades superiores a 50° C e incluso a 60° C.

- Para imprimaciones y estabilizaciones de suelos se fijan tipos de alquitrán muy poco viscosos, con equiviscosidades próximas a 0° C.
- La mayor parte de las especificaciones no permiten diferenciar claramente la consistencia del residuo de destilación.
- Ciertos países definen las características del residuo de destilación hasta 300° C mediante la determinación de su punto de reblandecimiento.

Otros países efectúan la destilación a temperaturas superiores a los 300° C, identificando las características del residuo por el contenido de brea con un punto de reblandecimiento Kraemer-Sarnow de 72° C, así como por la relación de los aceites antracénicos destilados por debajo y por encima de 350° C.

- En general, se observa una cierta influencia de las especificaciones inglesas en la mayoría de las normas comparadas.

A la vista de lo anteriormente reseñado, el Grupo de Trabajo acordó adoptar provisionalmente las especificaciones inglesas B. S. 76/1943, en lo relativo a los alquitranes incluidos en la categoría A de dichas normas, que corresponden a productos obtenidos a partir de breas más duras y aceites más volátiles que los incluidos en la categoría B.

Esta limitación se basó fundamentalmente en la idea de que, en una primera etapa, la utilización de los alquitranes estaría circunscrita a los tratamientos superficiales, tratamientos por penetración y mezclas bituminosas de tipo abierto.

Sin embargo, la publicación, en 1964, de la nueva norma B. S. 76/1964 obligó a revisar el acuerdo citado, circunstancia que permitió asimismo tomar en consideración el informe presentando en el XII Congreso Internacional de Carreteras, celebrado en Roma, con vistas a conseguir unas especificaciones internacionales de alquitranes.

Como es sabido, las nuevas normas inglesas tipifican veinte tipos de alquitrán, diez en la categoría A y otros diez en la categoría B, de curado más lento, con equiviscosidades que varían entre 18° C y 54° C y entre 30° C y 66° C, respectivamente.

Aun cuando desde el primer momento se admitieron plenamente las ventajas que suponía sustituir las especificaciones acordadas en principio por unas nuevas, de acuerdo con la citada B. S. 76/1964, el Grupo de Trabajo tuvo que considerar una circunstancia especial, surgida como consecuencia de la activa gestión de un importante grupo de fabricantes y transformadores de alquitrán. Dicho grupo había unido sus esfuerzos y recabado el asesoramiento técnico de relevantes autoridades francesas sobre la materia.

Por ello, se estimó conveniente volver a estudiar las especificaciones francesas y va-

lorar las ventajas que podía suponer la labor de asesoramiento indicada. A tal efecto, se celebraron una serie de reuniones con los representantes del citado grupo, como consecuencia de las cuales se aprobaron las siguientes conclusiones:

- a) Adoptar, con carácter provisional, para los alquitranes de hulla a emplear en las carreteras, las especificaciones inglesas B. S. 76/1964.
- b) Reducir a seis los tipos a normalizar: tres de la categoría A, los correspondientes a las equiviscosidades 38° C, 46° C y 54° C, y otros tres de la categoría B, los de equiviscosidades 30° C, 38° C y 46° C.
- c) Designar a dichos tipos con los símbolos AQ y BQ, respectivamente, seguidos del número que mide su equiviscosidad media.
- d) Completar las especificaciones con un alquitrán de tipo B, que se designará como BQ5, para su empleo en imprimaciones y estabilizaciones de suelos, cuyas características serán las siguientes:
  - Equiviscosidad, en °C (NLT 188/63):  
 $5^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
  - Contenido de agua, en % en peso (NLT 137/63):  
0,5%—

• Destilación (NLT 189/63):

a) Por debajo de 200° C, en % en peso:

0,5%—

b) Entre 200° C y 270° C, en % en peso:

15% ÷ 25%

c) Entre 270° C y 300° C, en % en peso:

5% ÷ 15%

b+c, en % en peso:

35%—

— Punto de reblandecimiento del residuo de destilación, en °C (NLT 125/63):

35° C ÷ 46° C.

— Contenido en fenoles (NLT 190/63), en % en volumen:

3%—

— Contenido en naftalina (NLT 191/63), en % en peso:

4%—

— Material insoluble en tolueno (NLT 192/63), en % en peso:

12%—

— Peso específico (NLT 122/63) a 25° C/25° C:

1.10 ÷ 1,15

e) Solicitar del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo la redacción y puesta a punto de aquellas normas de ensayo NLT que, en relación con las especificaciones adoptadas, no estuvieran redactadas o cuya revisión estimasen oportuna.

En los cuadros números 6 y 7 se incluyen las especificaciones adoptadas para los alquitranes de hulla, especificaciones que se acordó enviar al Instituto de Racionalización del Trabajo a los efectos que considere pertinentes.

## 6.2. Aplicaciones.

Establecidos los oportunos contactos con el Sindicato de la Construcción, Vidrio y Cerámica, el Grupo de Trabajo acordó recomendar la aplicación de los alquitranes de hulla normalizados en las unidades de obra siguientes:

- En estabilizaciones:  
tipo BQ5.
- En riegos de imprimación:  
tipo BQ5.
- En tratamientos por penetración:  
tipos AQ38 y AQ46.
- En tratamientos superficiales:  
tipos AQ38 y AQ46.
- En riegos de adherencia:  
tipos AQ38 y AQ46.

- En mezclas bituminosas en frío:  
tipos AQ38, BQ30 y BQ38.
- En mezclas bituminosas en caliente:  
tipos AQ46, AQ54 y BQ46.

En cualquier caso, deberá tenderse a la utilización de los alquitranes de hulla de la máxima viscosidad compatible con el procedimiento y equipo de empleo, así como con las demás circunstancias que ha de tener en cuenta el proyectista.

## 7. CONCLUSIONES

El Grupo de Trabajo terminó prácticamente la primera fase de su labor en 1965 y durante la misma se han normalizado los ligantes bituminosos de empleo más frecuente en carreteras y se han establecido algunas recomendaciones sobre su aplicación.

Las especificaciones relativas a betunes asfálticos incluyen siete tipos, con penetraciones que varían entre  $40 \times 10^{-1}$  mm y  $300 \times 10^{-1}$  mm.

Las especificaciones referentes a betunes asfálticos fluidificados de curado medio y rápido coinciden exactamente con las americanas ASTM D 598-46. Como es sabido, el Instituto del Asfalto de Estados Unidos ha aprobado la Norma SS-2 que modifica sustancialmente la anterior Norma ASTM, y pudiera parecer paradójico el establecimiento de unas condiciones actualmente superadas. Sin embargo, razones de carácter circunstancial han aconsejado su adopción. Para usos especiales, se recomienda el empleo de un betún asfáltico fluidificado, designado como RC6.

Las especificaciones relativas a emulsiones asfálticas aniónicas incluyen cuatro tipos: dos de rotura rápida, uno de rotura

media y otro de rotura lenta, cuyas características coinciden plenamente con las de la Norma americana ASTM D 977-57. Para usos especiales, se recomienda el empleo de una emulsión aniónica designada como EALL1.

Las especificaciones referentes a emulsiones asfálticas catiónicas incluyen cinco tipos: dos de rotura rápida, dos de rotura media y uno de rotura lenta. Para usos especiales, se recomienda el empleo de una emulsión catiónica designada como ECLL1.

Finalmente, las especificaciones relativas a alquitranes de hulla incluyen siete tipos: tres de curado rápido y cuatro de curado más lento, cuyas características, con excepción del designado como BQ5, coinciden exactamente con las de la Norma inglesa B. S. 76/1964.

En futuras etapas, el Grupo de Trabajo deberá abordar la normalización de los productos que no han sido tipificados todavía y la actualización o modificación de aquellas especificaciones que lo requieran, a la vista, principalmente, de la experiencia que se obtenga en los próximos años sobre el comportamiento en obra de los productos normalizados y las aportaciones que sobre esta materia ofrezca el natural desarrollo de la técnica.

Madrid, julio de 1967.

## APENDICE A

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL DESPLAZAMIENTO POR EL AGUA DE LAS EMULSIONES CATIONICAS DE ROTURA MEDIA (E. W. Mertens, L. D. Coyne y F. D. Rogers).

- Pesar 465 gramos del árido de referencia y tipo apropiado en un recipiente metálico de aproximadamente 20 centímetros de diámetro y 7,5 centímetros de profundidad.
- Pesar 35 gramos (7,5% en peso del total del árido) de la emulsión en el mismo recipiente, mezclando vigorosamente con una cuchara durante dos minutos.
- Dejar la mezcla para su curado durante treinta minutos a la temperatura del laboratorio.
- Transcurrido el tiempo de curado y sin agitación, sumergir la mezcla en agua fría e ir añadiendo agua hasta que ésta salga limpia. Quitar el exceso de agua y extender la mezcla sobre papel de filtro absorbente.

— Estimar visualmente el tanto por ciento de la superficie del árido cubierta por el ligante.

— Expresión de los resultados:

- Anotar si el ligante se desplaza o no del árido. Si el desplazamiento aparece durante el mezclado, se contará el tiempo transcurrido entre el comienzo del mezclado y la aparición del desplazamiento, así como el tanto por ciento de la superficie desplazada, transcurridos dos minutos a partir del comienzo de la mezcla.
- Los resultados se expresan en tanto por ciento de la superficie cubierta.

CUADRO 1. ESPECIFICACIONES DE BETUNES ASFALTICOS

Norma B/67

CARACTERISTICAS	Norma de Ensayo N.I.T.	TIPOS													
		B 30/40		B 40/60		B 60/80		B 80/100		B 100/150		B 150/200		B 200/300	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Penetración (a 25°C, 100 g, 5 s) 10 <sup>-1</sup> mm	124/63	30	40	40	60	60	80	80	100	100	150	150	200	200	300
Índice de penetración	181/63	-1	41	-1	41	-1	41	-1	41	-1	41	-1	41	-1	41
Pérdida por calentamiento (a 163°C, 5 h) %	128/63		0,5		0,5		0,5		1,0		1,0		1,0		1,5
Ductilidad a 25°C (5 cm/min) a 15°C cm	126/63	40		60		80		100		100		100		100	
Penetración del residuo después de la pérdida por calentamiento en % de la penetración original	124/63	75		75		75		75		75		75		75	
Solubilidad en Cl <sub>4</sub> C *	130/63	99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5	
Punto de Fraese °C	182/68		-2		-5		-8		-10		-12		-15		-18
Peso específico (a 25°C/25°C)	122/63	1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		0,99	

\* Si la solubilidad en Cl<sub>4</sub>C es inferior al 99,5 % y superior al 99,0 %, se determinará la solubilidad en S<sub>2</sub>C (N.I.T. 129/63) debiendo ser la diferencia entre ambas solubilidades menor de 0,5.



CUADRO 4. ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES ANIONICAS.

Norma EA/67

CARACTERISTICAS	Norma de Ensayo NLT	TIPOS							
		EAR1		EAR2		EAM2		EAL1	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C a 50°C	135/63	20	100	75	400	100		20	100
Residuo de destilación	139/63	57	62	62	69	62	69	57	62
Sedimentación a los 5 días	140/63		3		3		3		3
Demulsibilidad 35 ml de Cl <sub>2</sub> Ca 0,02 N 50 ml de Cl <sub>2</sub> Ca 0,10 N	141/63	60		50			30		
Tamizado (retenido en el tamiz N° 20 ASTM)	142/63		0,10		0,10		0,10		0,10
Mezcla con cemento	144/63								2,00
Ensayos sobre el residuo de destilación Penetración (a 25°C, 100 g, 5 s) 10 mm Ductilidad (a 25°C, 5 cm./min) cm Solubilidad en Cl <sub>4</sub> C	124/63 126/63 130/63	100 40 97,5	200	100 40 97,5	200	100 40 97,5	200	100* 40 97,5	200

\* Para algunos usos especiales puede ser aconsejable una penetración del residuo inferior a la señalada. En tales casos el límite inferior de la penetración del residuo será de  $40 \times 10^{-4}$  mm y la emulsión correspondiente se designará como EAL1.1.

CUADRO 5. ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES CATIONICAS

Norma EC/67

CARACTERISTICAS	Norma de Ensayo NLT	TIPOS									
		ECR1		ECR2		ECM1		ECM2		ECL1	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C a 50°C	135/63	20	100	20	100	20	300	20	300	20	100
Carga de las partículas	194/68	positiva		positiva		positiva		positiva		positiva	
pH	195/68		40		35		25		28		6,7
Contenido de agua en volumen	137/63										43
Contenido de betún asfáltico residual	197/68	57		62		57		62		57	
Fluidificante por destilación en volumen	197/68		5		5		20		12		5
Sedimentación a los 5 días	140/63		5		5		5		5		0,10
Tamizado (retenido en el tamiz n° 20 ASTM)	142/63		0,10		0,10		0,10		0,10		0,10
Mezcla con cemento	141/63										2
Resistencia al desplazamiento por el agua Con áridos secos Con áridos húmedos	196/68										80 60
Ensayos sobre el residuo de destilación Penetración (a 25°C, 100 g, 5 s) 10 mm Ductilidad (a 25°C, 5 cm./min) cm Solubilidad en Cl <sub>4</sub> C	124/63 126/63 130/63	100 40 97,5	200	100 40 97,5	200	100 40 97,5	250	100 40 97,5	250	100* 40 97,5	200

\* Para algunos usos especiales puede ser aconsejable una penetración del residuo inferior a la señalada. En tales casos el límite inferior de la penetración del residuo será de  $40 \times 10^{-4}$  mm y la emulsión correspondiente se designará ECL1.1.

NOTA.- Se podrán fabricar y emplear emulsiones especiales que no cumplan las presentes prescripciones siempre que el fabricante indique claramente sus características, determinadas de acuerdo con los ensayos exigidos en este cuadro y que éstas sean aceptadas por la Administración.

CUADRO 6. ESPECIFICACIONES DE ALQUITRANES DE HULLA TIPO A

Norma AQ/67

CARACTERISTICAS	Norma de Ensayo NLT	TIPOS					
		AQ38		AQ46		AQ54	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Equiviscosidad °C	188/63	36,5	39,5	44,5	47,5	52,5	55,5
Contenido de agua, en peso %	137/63		0,5		0,5		0,5
Destilación	189/63						
a) hasta 200°C, en peso %		3	10	2	7	1	5
b) entre 200°C y 270°C, en peso %		4	9	2	7	2	7
c) entre 270°C y 300°C, en peso %			16		12		10
b + c, en peso							
Punto de reblandecimiento A y B, del residuo de destilación	125/63	35	53	35	55		56
Contenido de fenoles, en volumen %	190/63		3,0		2,5		
Contenido de naftalina, en peso %	191/63		4,0		3,0		
Materia insoluble en tolueno, en peso %	192/63		24		25		26
Peso específico a 25°C/25°C	122/63	1,11	1,25	1,12	1,26	1,13	1,27

CUADRO 7. ESPECIFICACIONES DE ALQUITRANES DE HULLA TIPO B

Norma BQ/67

CARACTERISTICAS	Norma de Ensayo NLT	TIPOS							
		BQ5		BQ30		BQ38		BQ46	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Equiviscosidad °C	188/63	0,0	10,0	28,5	31,5	36,5	39,5	44,5	47,5
Contenido de agua, en peso %	137/63		0,5		0,5		0,5		0,5
Destilación	189/63								
a) hasta 200°C, en peso %		15	25	4	11	1	8	1	5
b) entre 200°C y 270°C, en peso %		5	15	4	9	4	9	2	7
c) entre 270°C y 300°C, en peso %			35		16		13		11
b + c, en peso									
Punto de reblandecimiento A y B, del residuo de destilación	125/63			35	46	35	47	35	49
Contenido de fenoles, en volumen %	190/63		3,0		3,0		2,5		2
Contenido de naftalina, en peso %	191/63		4,0		4,0		2,5		2,5
Materia insoluble en tolueno, en peso %	192/63		12		23		24		25
Peso específico a 25°C/25°C	122/63	1,10	1,15	1,10	1,24	1,11	1,25	1,12	1,26