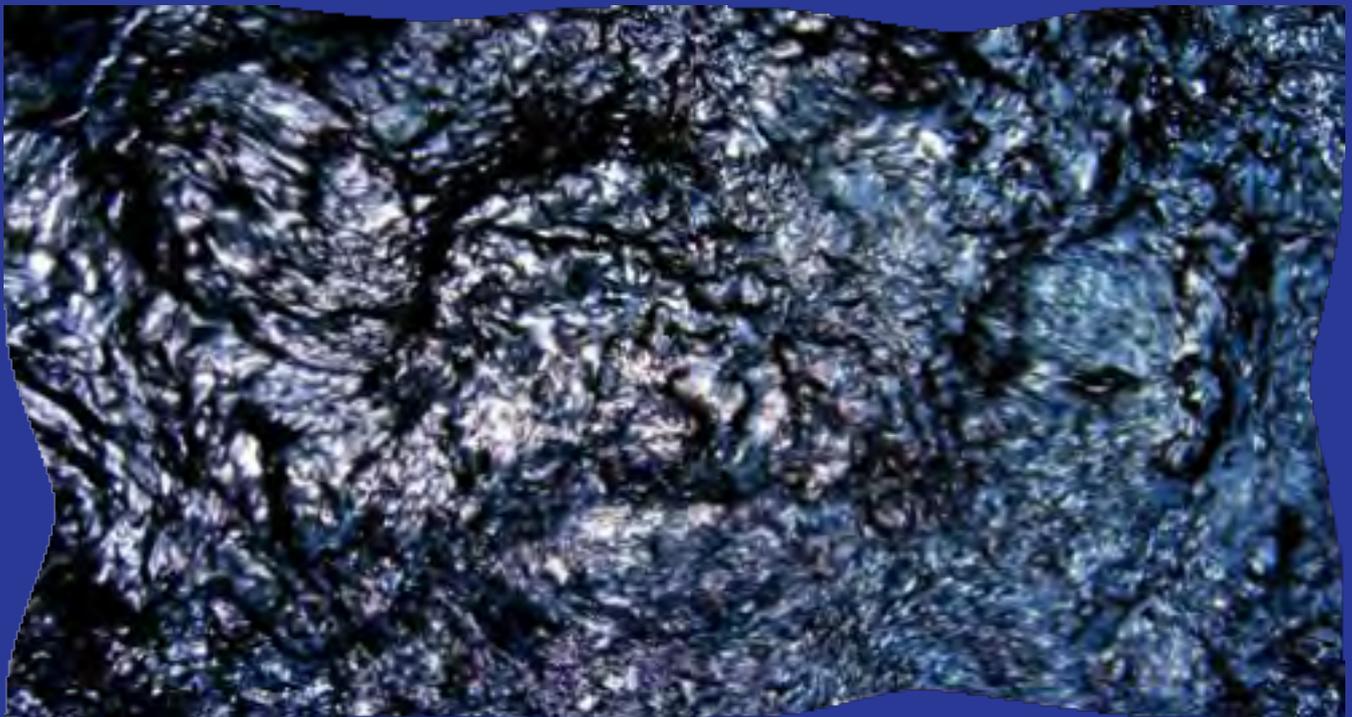


# **PRODUCTOS BITUMINOSOS**

**Manuel Mateos de Vicente**



**Compendio de algunos resúmenes sobre  
investigación en productos bituminosos  
publicados en la revista ALEMAS**

Manuel Mateos de Vicente  
Control y ensayos para carreteras  
Construcción de firmes

Apartado 31031  
Madrid

**NOVEDADES  
 TECNICAS  
 SOBRE  
 INVESTIGACION  
 DE PRODUCTOS  
 BITUMINOSOS**

**REVISION DE LAS PROPIEDADES  
 TOXICAS DE LOS  
 DISOLVENTES Y MATERIALES  
 USADOS EN LOS  
 ENSAYOS DE BETUNES**

«Via». (South African Council for Scientific and Industrial Research, Box, 395, Pretoria, Africa del Sur). Vol. 9, núm. 2, RB/4/68, págs. 2-3. Septiembre 1968.

Se revisa la información sobre la toxicidad de 16 productos químicos y disolventes usados en los ensayos de betunes y aglomerados. Se discuten los principios del manejo de estos productos y de prevención de envenenamientos. Se da información sobre la toxicidad como: (1) condensaciones límites, (2) olores, (3) efectos fisiológicos, (4) detección de vapores, (5) síntomas de envenenamiento, (6) curas de urgencia, y (7) medidas preventivas. Se discuten también los efectos cancerígenos de alquitranes, betunes y de disolventes usados en la limpieza del equipo de ensayos.

**Manuel Mateos**  
 Ingeniero de Caminos,  
 Canales y Puertos

**LA INFLUENCIA DEL BETUN  
 Y DE LOS ARIDOS  
 EN AGLOMERADOS  
 ASFALTICOS**

Por G. Lees. «Journal of the Institution of Highway Engineers». (Señas: 14 Queen Anne's Gate, London SW 1.) Vol. 16, núm. 1, págs. 7-20. Enero 1969.

Hay una multiplicidad en los métodos de ensayo que pueden usarse con aglomerados asfálticos, de modo que frecuentemente dan resultados confusos y contradictorios entre sí o comparados con su conducta en los pavimentos. En este estudio se trató de relacionar los parámetros de varios ensayos que estaban igualmente afectados por las mismas variables en las probetas e idénticas condiciones de ensayo, para hallar las propiedades intrínsecas de la mezcla o de los componentes que sean responsables de las variaciones fenomenológicas observadas. Se comenta que los ensayos en campo varían tanto como en el laboratorio y que los ensayos de laboratorio deben duplicar en lo posible las condiciones ambientales de servicio; de otra manera se puede obtener una información

sobre los méritos de las distintas mezclas que no corresponda con la observada en los pavimentos.

---

### EL CONTROL DE LA GRANULOMETRIA DE LOS ARIDOS POR MEDIOS ESTADISTICOS

---

Final Report, PB 180707, South Carolina State Highway Department, 184 páginas. Octubre 1968. (Pedidos a: Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, Springfield, Virginia, 22151, USA.)

En este estudio se analizaron de antemano los métodos en uso y después se iniciaron varios estudios piloto sobre manipulación de áridos y procedimientos de muestreo. De estos estudios se sacaron unos parámetros que después se usaron para desarrollar y simular sistemas de control de granulometría. Los datos de estas experiencias se usaron a su vez para la preparación de normas de ensayo. Estas normas incluyen planes de muestreo, límites de tolerancia, ajuste de precios y detalles para llevar a cabo el sistema de control y aceptación de áridos.

---

### EMULSIONES DE BETUN ASFALTICO - PROBLEMAS EN LOS ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD

---

Por H. Williamson. Road Research Unit Newsletter. (Pedidos a: National Roads Board, P. O. Box 12041, New Zealand). Núm. 21, págs. 15-20. Octubre 1968.

Al emplear emulsiones bituminosas puede ocurrir que, aunque las emulsiones cumplen con todas las normas, su conducta puede ser muy diferente. El poder experimentar la gran variedad de materiales que se ofrecen en el mercado, de acuerdo con los ensayos que se dan en las normas en uso, es cada vez más difícil, sobre todo después de la introducción de las emulsiones catiónicas. Se discuten las limitaciones de los ensayos usados corrientemente. En cuanto a la viscosidad, uno de los ensayos más importantes para discernir sobre un material bituminoso, se cree que un cilindro rotativo puede dar una mejor indicación de las propiedades reológicas de los materiales bituminosos que las dadas por los procedimientos Engler o Saybolt.

---

### DAÑOS PRODUCIDOS POR LOS NEUMATICOS CON CLAVOS

---

Por L. E. Hogbin. Road Research Laboratory. (Señas: Crowthorne, Berkshire, Inglaterra.) RRL Report LR 208, 9 págs., 1968.

Los clavos o púas que llevan algunos neumáticos de invierno están causando daños considerables en los pavimentos y en la señalización horizontal de las carreteras. En este informe se presentan las posibles ventajas en el uso de clavos contra los inconvenientes al aumentar el desgaste de la capa de rodadura de los pavimentos. En Gran Bretaña el uso de los neumáticos con púas es prácticamente desconocido, pero se han analizado los efectos de su empleo en Estados Unidos, Alemania y Suecia y el desgaste prematuro que causan a los pavimentos. Los clavos agarran mejor en hielo, pero dan poca ventaja en donde no hay nieve. Las cadenas son más eficaces tanto para nieve como para hielo.

---

### CONSERVACION DE LA UNIDAD DE CARRETERA MAS LARGA DEL MUNDO

---

En «Rural & Urban Roads» (209 W. Jackson Boulevard, Chicago, Illinois, 60606.) Vol. 7, núm. 2, págs. 34-35. Febrero 1968.

En esta comunicación se discuten las operaciones de conservación en una autovía, el New York Thruway, de 900 kilómetros de longitud, tanto en el pavimento y arceas como en la limpieza de nieve y hielo. Entre los trabajos para hacer más seguro el pavimento, desde el punto de vista de los accidentes, se destacan la retirada de nieves, colocación de focos intermitentes de precaución, métodos para informar al usuario sobre vehículos de marcha lenta y sobre instalaciones protectoras. Se ha descubierto que es más barato galvanizar todas las barreras protectoras, lo que se ha realizado en un programa que ha durado tres años. En la conservación del aspecto y estética de la carretera se llevan a cabo trabajos de arreglo del paisaje en terraplenes, desmontes e intersecciones, así como recogida de basura arrojada por los automovilistas. Se dan cifras del coste de estas operaciones.

---

### ENDURECIMIENTO PREMATURO DE BETUNES ASFALTICOS

---

Por W. H. Clark y J. J. Thomas. New York State Department of Transportation. Bureau of Physical Research, Research Report 68-5, 55 págs. Diciembre 1968. (Pedidos a: Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, Springfield, Virginia, 22151, USA.)

Se investigaron las causas y ritmo de endurecimiento del asfalto para determinar sus efectos y conducta en pavimentos. Se estudió el endurecimiento en 46 pavimentos distribuidos por el estado de Nueva York y construidos de dieciséis años a esta parte, para lo cual se recogió el betún por el método Abson y se le hicieron ensayos de penetración. Se halló que el endurecimiento prematuro no es un problema en el estado de Nueva York y que la penetración del asfalto recogido de las capas de rodadura se puede relacionar con la conducta del pavimento; aunque la penetración decrece con el tiempo, cada pavimento difiere en el ritmo de endurecimiento. Por análisis de regresión se demuestra la importancia de los siguientes factores en el mecanismo de endurecimiento del asfalto: porcentaje de huecos rellenos con betún, índice de asfalto y tránsito medio de vehículos. De interés es la revisión de los procedimientos usados para ensayo de propiedades de betunes asfálticos.

---

### LA RIGIDEZ DEL BETUN ASFALTICO EVALUADA POR COMPRESION

---

Por R. M. Traxler. Texas Transportation Institute; Progress Report 16. 12 páginas. Nov. 1968. (Pedidos a: Clearinghouse for Fed. Sci. & Tech. Inf. Springfield, Va. 22151 - USA.)

Se presenta un ensayo de compresión que puede ser de utilidad para la evaluación de las propiedades reológicas de betunes asfálticos a bajas temperaturas, basándose en determinaciones de su rigidez, para temperaturas comprendidas entre 5 y -15° C. Los datos obtenidos se pueden usar para comparar la rigidez de los diferentes asfaltos y la diferente penetración de cada asfalto a un ritmo constante de deformación. También se puede hallar la susceptibilidad a bajas temperaturas de cada tipo de asfalto. Las diferencias en rigidez de los seis asfaltos

usados en esta investigación dan bases para hallar una explicación sobre ciertas pérdidas en su conducta, observadas en pavimentos asfálticos sometidos a tránsito pesado en época de temperaturas bajas.

---

### PAVIMENTOS DE ASFALTO PROYECTADOS CON ORDENADOR

---

Por James F. Shook. «American City». (Berkshire Common, Pittsfield, Mass. 01201, USA.) Vol. 85, núm. 2, páginas 68, 115. Febrero 1970.

Se están realizando estudios cerca de San Diego, California, para obtener datos para proyectar, mediante ordenadores, los firmes de carreteras y calles de mucho tránsito. Se buscará una fórmula en la que entren en consideración los diversos factores, basándose para ello en los resultados obtenidos en el ensayo de carreteras de AASHO de 1956-58.

---

### LA RIGIDEZ DE CARGA IMPULSIVA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

---

Por N. M. Isada. Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, A. S. C. E. (345 E. 47th St., New York, N. Y. 10017.) Vol. 96, número SM2, págs. 639-648. Marzo 1970.

Los diferentes métodos para evaluar el estado de un pavimento asfáltico no tienen en consideración los efectos dinámicos de los impactos de vehícu-

los a alta velocidad o de aviones al tomar tierra. En este estudio se presentan los resultados de una evaluación de un aparato de impacto para usarse sobre la carretera, que, unido a unas teorías simplificadas, puede darnos una medida del estado de los pavimentos flexibles. En las carreteras donde se efectuaron los ensayos se ha observado que la llamada rigidez de carga impulsiva es bastante mayor en una carretera en buen estado que en una en mal estado. La rigidez varía estacionalmente, siendo más baja durante la época primaveral del deshielo. Basándose en estos estudios preliminares se establece que para una carretera en buen estado la rigidez de carga impulsiva es mayor de 4.000 libras/segundo por pulgada, usando una placa de 15 pulgadas. Para valores de la rigidez superiores a éstos se puede permitir el paso de vehículos. Este ensayo puede ser de interés para establecer restricciones al paso de vehículos en algunas carreteras durante la época del deshielo.

---

### OXIDACION DE PELICULAS DE ASFALTO POR DISPERSION DE LUZ

---

Por Betty A. Behl, F. H. Scrivner y R. N. Traxler. I. & E. C. Product Research and Development. (1155 16th St. N. W., Washington D. C., 20036.) Vol. 8, núm. 4, págs. 453-459. Diciembre 1969.

La oxidación de los asfaltos es un factor importante en el cambio de sus propiedades reológicas y mecánicas. Uno de los métodos mejores para evaluar esta oxidación es someter películas del asfalto a un horno oscuro y determinar el aumento en la viscosidad a 25° C. En esta comunicación se describe otro método, que consiste en

formar películas finas de asfalto en un «impactor» y oxidarlas al exponerlas al ozono durante unos minutos. Se mide entonces la dispersión de la luz en la película oxidada por medio de un microscopio de campo oscuro, provisto de óptica especial y al que se le ha colocado una fotocélula. La dispersión de la luz ha probado ser un método idóneo para apreciar la susceptibilidad del asfalto a oxidarse, según se ha comprobado al comparar los datos obtenidos en el método propuesto con los del horno oscuro.

---

### EFFECTO DE LA INTENSIDAD DE RADIACION EN LA FOTOOXIDACION DE UN ASFALTO SOPLADO

---

Por K. G. Martin y R. I. Tilley. «Journal of Applied Chemistry». (Pedidos: 14 Belgrave Sq., London S. W. 1.) Vol. 19, núm. 8, págs. 235-240. Agosto 1969.

El fenómeno de envejecimiento de los asfaltos por oxidación debido a la luz solar es poco conocido. En este estudio se empleó arco-xenon para hallar la influencia de amplias intensidades de radiación en el ritmo de foto-oxidación de una muestra de asfalto soplado, empleando espectroscopia infrarroja. Se comparó la intensidad con la radiación solar en Melbourne, donde se hizo el estudio. Se halló también la oxidación termal para varias temperaturas. Se discuten los resultados obtenidos enlazándolos con el mecanismo de foto-oxidación del asfalto y la relación con los datos climatológicos. Se determinaron también los factores de aceleración en la oxidación del asfalto en laboratorio para predecir su durabilidad aplicando el principio de superposición de los datos.

# NOVEDADES TECNICAS SOBRE INVESTIGACION DE PRODUCTOS BITUMINOSOS

Por Manuel Mateos

---

## NEUMATICOS CON CLAVOS

---

Por J. H. Keyser. «Engineering and Contract Record». (Pedidos: 1.450 Don Mills Rd, Don Mills, Ontario, Canadá.) Vol. 83, núm. 3, págs. 58-59, y número 4, págs. 74-75. Marzo y abril 1970.

En este artículo se presentan las impresiones durante una visita al Instituto del Asfalto de Estocolmo y al Instituto de Investigaciones de Carreteras de Suecia. Allí se están llevando a cabo tres estudios sobre clavos: 1) Ensayos de laboratorio hechos en carril circular a baja temperatura, donde se evalúa el efecto de los neumáticos con clavos en varios tipos de pavimentos. 2) Investigación en una carretera de ensayo para ver los efectos de los neumáticos de clavos sobre varios tipos de tratamientos superficiales. 3) Comportamiento de pavimentos en servicio. La investigación llevada a cabo en Suecia indica que el desgaste de pavimentos sujetos a la acción de los clavos es del orden de 6 a 19 mm. por año. Se presentan las características de algunas mezclas bituminosas que resisten mejor la abrasión de los clavos. El Departamento de Carreteras de Quebec está llevando a cabo estudios para evaluar también la acción de los clavos en los pavimentos.

---

## COMPORTAMIENTO DE MATERIALES BITUMINOSOS PARA CARRETERAS BAJO CARGAS REPETIDAS

---

Por A. B. Sterling. «Journal of Institution of Highway Engineers». (Pedidos: 14 Queen Anne's Gate, London SW 1, Inglaterra.) Vol. 17, núm. 4, páginas 11-16. Abril 1970.

De "Alema" Núm. 60  
Febrero-Marzo, 1972  
Págs. 79-81

Las carreteras no fallan después de una sola aplicación, sino más bien después de un gran número de pasadas. La debilitación de las capas es un mecanismo aparente de fallo, causada por un proceso de fatiga originado por la flexión repetida del firme. En este artículo se presentan los objetivos de investigaciones sobre la fatiga en pavimentos bituminosos y se hace un sumario de los conocimientos actuales en este campo. Se informa también sobre un programa de investigación sobre este tópico, que está siendo llevado a cabo conjuntamente por la Asociación de Betunes Refinados y por el Laboratorio de Investigaciones de Carreteras.

---

## EL EMPLEO DE LA CAL EN MEZCLAS BITUMINOSAS PARA DISMINUIR EL ENDURECIMIENTO DEL BETUN ASFALTICO

---

Materials and Tests Division, Utah Department of Highways. (Dirección: 757 W. 2nd South, Salt Lake City, Utah 84104.) Research Report 500-909, 64 págs. Julio 1969.

Previamente a estos estudios se había observado que la incorporación de cal en las mezclas bituminosas hechas con ciertos áridos había resultado en algunos casos en una blandura inicial del betún asfáltico. El propósito y objetivo de este estudio fue determinar las ventajas o inconvenientes de añadir cal hidratada en mezclas bituminosas representativas de las usadas en Utah. De los resultados obtenidos en el primer año de pruebas se puede predecir que en la mayoría de los casos el uso de la cal como aditivo en mezclas de asfalto es beneficioso, debido a que reducen el endurecimiento de tales mezclas.

---

### DISEÑO DE PAVIMENTOS BASADO EN EL EQUIVALENTE DE CARGA POR EJE

---

Por A. E. Hansen. «New Zealand Engineering». (Pedidos a: P. O. Box 3047, Wellington, New Zealand.) Vol. 25, número 5, págs. 129-133. 15 mayo 1970.

Se describe en primer lugar la forma en cómo se hacen los aforos de carga por eje en Nueva Zelanda. Los resultados de estos aforos se emplearon para formular un procedimiento para diseño de pavimentos basándose en un equivalente de carga por eje, en el que se relaciona el CBR de la caja con el equivalente total de carga en el pavimento, para dar el espesor de firme recomendado. El equivalente de carga por eje, para cualquier carga por eje utilizada, viene dado por la fórmula

$$(P/N) = 3.85$$

en donde P es peso por eje, N es el peso por eje de cálculo y el exponente usado es — 3.85. Esta equivalencia difiere ligeramente de la calculada por

otros y tiende a aminorar el efecto de la sobrecarga.

---

### RETARDO EN EL ENVEJECIMIENTO DEL BETUN POR MEDIO DE INHIBIDORES

---

Por M. Graalmann. «Bitumen, Teere, Asphalte, Peche und Verwandte Stoffe». (Postfach 1508, 69 Heidelberg 1, Alemania Occidental.) Vol. 21, número 1, págs. 10-14. 1970.

Se revisan las causas físicas y químicas del envejecimiento del betún, entre las cuales la más importante es la oxidación. Se presentan los resultados obtenidos con 34 agentes, orgánicos e inorgánicos, ensayándolos por medio de espectroscopia infrarroja y determinación de la viscosidad. Algunos agentes pueden hacer retardar el envejecimiento pero no prevenirlo. Se presenta una comparación de los 13 agentes más activos con respecto a su endurecimiento y ritmo de oxidación.

---

### CRITERIO PARA SELECCION DE CAPAS DE SELLADO BITUMINOSAS

---

Por M. S. Kersten y E. L. Skok. University of Minnesota and Minnesota Department of Highways (State Highway Bdg., St. Paul, Minn. 55101). «Investigation», núm. 626, Interim Report, 55 págs. 1969.

El propósito de este trabajo fue el desarrollar un criterio para determinar la necesidad de emplear capas de sellado sobre superficies bituminosas. El mejor criterio nace de una inspección de las condiciones de la superficie del pavimento. El sellado puede mejorar un pavimento cuya superficie está gastada o cuando ha habido una abrasión incipiente. También se puede emplear un sellado sobre grietas del tipo piel de lagarto, pero no se debe emplear donde hay un gran número de grietas transversales o longitudinales, sobre todo cuando estas grietas han dado origen a una abrasión. Un sellado pue-

de mejorar el aspecto de la superficie de una carretera y hacerla más uniforme de aspecto, pero no debe emplearse solamente con este propósito.

### VISCOSIDAD Y PENETRACION DEL BETUN ASFALTICO

Por M. S. Zdeb, W. H. Clark y J. J. Thomas. New York Department of Transportation Engineering Research and Development Bureau. (Dirección: State Campus, Albany, N. Y. 12226.) Research Report 69-15, 63 págs. Marzo 1970.

Se tomaron más de 200 muestras de betún asfáltico de penetración 85-100 de las partidas usadas en el año 1968 en el Estado de Nueva York, para comparar la penetración y viscosidad y establecer una relación entre ambas. La penetración era bastante uniforme en todo el Estado, pero la viscosidad varió, siendo más alta la de los asfaltos suministrados en la parte oriental que en la occidental. En la zona central del Estado hay un solape en los valores de la viscosidad, lo que se cree puede crear dificultades durante la construcción de los pavimentos asfálticos.

### CONTROL CONTINUO DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR MEDIO DEL MEDIDOR DE FLUENCIA

Por J. P. Freyche y P. Wanquier. «Bulletin de Liaison», Laboratoires Routiers. (Dirección: 58 bd. Lefebvre, 775 Paris 15e.) Número 44, págs. 113-127. Marzo-abril 1970.

El control durante la producción se puede llevar a cabo mediante una observación permanente de los distintos mecanismos y componentes relacionados con la granulometría, contenido en betún y temperatura de los componentes. Generalmente el control se ha efectuado sólo sobre el contenido en betún. Se ha desarrollado otro método basado en el uso de un medidor de fluencia en betunes. En este artículo se describe este método, cómo manejar los datos obtenidos, descripción del

aparato usado y comportamiento anticipado. Se presenta también un método para juzgar la homogeneidad de las mezclas, basándose en los análisis de las muestras.

### EL DESECHO DE CAJAS DE BATERIAS COMO ARIDO SINTETICO PARA AGLOMERADOS ASFALTICOS

Por B. M. Gallaway. «Texas Transportation Researches». (Pedidos: Texas A&M University, College Station, Texas 77843.) Vol. 6, núm. 2, págs. 11-21. Abril 1970.

Más de 50 millones de baterías son desechadas al año en los Estados Unidos. Una vez partidas y machacadas, estas baterías suponen un volumen de 85.000 metros cúbicos. Si este material diera resultado como árido en mezclas bituminosas, se le podría emplear en la construcción de pequeñas obras, como aparcamientos, entradas a fábricas, calles, etc. Las cajas de baterías están hechas con materiales entre los que predominan el caucho, plásticos y asfaltos con diversos tipos de «fillers». Estos materiales no se deben usar solos, pero al combinarlos con áridos corrientes producen una mezcla que, ensayada con el Marshall, tiene las condiciones necesarias de estabilidad y fluencia como para ser usados en la construcción de pavimentos. Los materiales son fuertes, ligeros, angulosos y resistentes a la abrasión, pero tienen otras cualidades indeseables, como su inflamabilidad, alta proporción de partículas con aristas redondeadas y una tendencia a producir mezclas con valores altos de fluencia.

### EL EMPLEO DE LATEX NATURAL EN LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS

Por M. J. Fernando y M. Nadarajah. «Journal of Rubber». Research Institute of Malaya. (Dirección: Box 150, Kuala Lumpur, Malaysia.) Vol. 22, número 5, págs. 430-440. 1969.

Latex es el tipo más eficaz de caucho natural para ser usado en construcción de carreteras. Se está llevando a cabo una investigación para conocer mejor el comportamiento de las distintas clases de latex. Se presentan los resultados de laboratorio hechos con latex estabilizado catiónicamente, compuesto y vulcanizado al peróxido. Se estudiaron la dispersión de las partículas de latex, propiedades reológicas y dependientes de la temperatura, envejecimiento y cubrición de betunes de caucho. Se han hecho pruebas de tratamientos superficiales en carretera con betún conteniendo hasta 4 por 100 de varios tipos de latex.

### LA CONSERVACION INVERNAL DE PAVIMENTOS BITUMINOSOS EN TEXAS

Por E. R. Hargett. Texas Transportation Institute, Texas A & M University. (Dirección: College Station, Texas 77843.) Research Report 129-2F. 26 páginas. Abril 1970.

Se hace una revisión general de las técnicas de mantenimiento de pavimentos flexibles. Los problemas que se investigaron fueron: a) relleno de grietas, b) reparación de baches, c) deterioro de los bordes, d) procedimiento simplificado de ensayo para la evaluación de la trabajabilidad y estabilidad de las mezclas en frío, e) las características de trabajabilidad y estabilidad de mezclas en frío comúnmente usadas, f) la mejora de estas características en las mezclas en frío, g) el empleo de apisonado para mejorar la densidad y estabilidad en los bordes del pavimento, así como en los arceles, h) el empleo de malla de fibra como refuerzo y sellado de grietas superficiales múltiples e i) el uso de una pavimentadora para la aplicación de mezclas en frío.

Las mejoras que se consideran necesarias en la conservación de pavimentos en época de invierno incluyen la necesidad de una mayor mecanización, mejorar el control de los materiales para bacheos y hacer más conservación preventiva para reducir los daños en tiempo de invierno.

# NOVEDADES TECNICAS SOBRE INVESTIGACION DE PRODUCTOS BITUMINOSOS

Por Manuel Mateos,

De "Alemas", Núm. 44  
Junio-Julio, 1969  
Págs. 53-55

---

## INVESTIGACION DE FIRMES USANDO ONDAS «SH»: CASO DE UNA SOLA CAPA DE RODADURA

---

Por M. Kurzeme. Comunicación presentada en la 4.ª Conferencia del Australian Road Research Board, en Melbourne, agosto 18-23 1968. Comunicación núm. 454 (pedidos: Conference Secretary; Australian Road Research Board; 60 Denmark St.; Kew 3.101; Victoria; Australia).

Se ha venido utilizando experimentalmente la técnica de ondas superficiales excitadas continuamente en el análisis estructural de los firmes. El movimiento ondulatorio más comúnmente usado es el de las ondas Rayleigh. Las ondas SH (de corte polarizado horizontalmente) se han empleado solamente en el análisis de estructuras en capas del tipo Love. En esta comunicación se describe un método para investigar una estructura, que consista en una sola capa superficial de rigidez mayor que el medio subyacente, mediante el uso de ondas SH. Se presentan unas predicciones matemáticas para la interpretación de los resultados experimentales de laboratorio y las observaciones de campo.

---

## DETERIORACION MICROBIOLOGICA DE CAUCHO Y PLASTICOS

---

Por Wendy M. Heap y S. H. Morrell. «Journal of Applied Chemistry» (14 Belgrave Sq.; London SW1, Inglaterra), vol. 18, núm. 7, págs. 189-194, julio 1968.

Se revisan las publicaciones sobre el efecto de los microorganismos en cauchos y plásticos, en función de la naturaleza química de los polímeros y de sus aditivos. Tanto los polímeros sintéticos como los naturales, son atacados por microorganismos, pero con los conocimientos actuales y experimentación realizada no se puede por ahora saber qué grupos químicos en cada polímero son los susceptibles a ser atacados.

### INVESTIGACION DE LA ADHESION ASFALTO-ARIDO POR MEDIO DE LA MEDIDA DEL CALOR DE INMERSION

Por E. K. Ensley y H. A. Scholz. Montana College of Mineral Science and Technology (Butte; Montana 59701, USA), HRP-1 (6), Item 20, 46 páginas, 1968.

Se trata el tema de la adhesión y la energía originada durante el proceso de adhesión. Se presenta una breve revisión de la teoría de adhesión aplicada al sistema asfalto-árido y se indican los instrumentos necesarios para detectar la energía de adhesión.

### UN PROCEDIMIENTO INTEGRADO PARA ANALISIS Y CALCULO DE FIRMES

Por F. Moavenzadeh y A. C. Lemer. Research Report R-68-58, Massachusetts Institute of Technology (Cambridge, Mass. 02139, USA), 69 páginas, julio 1968.

Se presenta un modelo general del procedimiento de resolución del problema de cálculo de firmes y de su desarrollo. Se discute la selección de firmes de acuerdo con el servicio a que están destinados. Se describen métodos para evaluar su eficacia y se presenta una aplicación del procedimiento.

### ESTUDIO DE LA COMPOSICION DE UN ASFALTO Y DE SUS FRACCIONES MOLECULARES MEDIANTE RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR Y ESPECTROMETRIA INFRARROJA

Por R. V. Helm y J. C. Petersen. «Analytical Chem-

mistry» (1155, 16th Street N. W.; Washington, D. C. 20036), vol. 40, núm. 7, págs. 1.100-1.103, junio 1968.

La destilación molecular de un asfalto de California produjo fracciones en donde los contenidos en azufre, oxígeno, nitrógeno y aromáticos aumentaron con el peso molecular. El contenido parafínico fue aproximadamente constante con el peso molecular. El aumento en aromáticos con el peso molecular fue acompañado de una disminución en los nafténicos. El contenido total de oxígeno aumentó con el peso molecular, pero el oxígeno ácido disminuyó. Se encontró una correlación entre los contenidos en nafténicos y en oxígeno ácido.

El uso del cloruro de metileno, como disolvente, permitió la definición de la banda del carbonilo a  $1.700\text{ cm}^{-1}$ , del asfalto y de sus fracciones en tres bandas discretas a  $1.740$ ,  $1.700$  y  $1.655\text{ cm}^{-1}$ . Los ácidos carboxílicos son los que causan la banda de  $1.700$  en el asfalto y en sus fracciones; se halló que estos ácidos están asociados en el asfalto.

### NUEVOS ASPECTOS EN METODOS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS NEUMATICOS

Por L. Segel, K. C. Ludema y H. J. Dugoff. Highway Safety Research Institute, Universidad de Michigan (City Center Bldg.; 220 E. Huron Street; Ann Arbor, Michigan 48108, USA), 1968.

Las características mecánicas de los neumáticos son uno de los principales aspectos de su comportamiento. Los estudios realizados previamente han demostrado que las relaciones entre la deformación del neumático, esfuerzo cortante interfazial y las características del pavimento son fundamentales para el control del vehículo.

Se trata de identificar las variables para valorar el comportamiento combinado en curva y frenando en

un régimen de casi deslizamiento, en función de las características físicas de la superficie que soporta al neumático, así como de las del neumático en sí y sus variables.

Se comentan los conocimientos actuales en cuanto a mediciones relativas a los variables que afectan el comportamiento del neumático y que ejercen una mayor influencia en el aspecto dinámico de los esfuerzos cortantes que actúan en la superficie de contacto. Se ve la necesidad de adoptar un método secundario, o indirecto, para medir dichas variables hasta que la investigación nos proporcione un mayor conocimiento de las mismas.

---

#### EFFECTO DE LA ROTURA POR APISONADO PESADO DE UN PAVIMENTO DE HORMIGON EN LAS GRIETAS REFLEJADAS A TRAVES DE UNA CAPA BITUMINOSA

---

Por G. R. Korfhage. Minnesota Department of Highways (State Building; St. Paul, Minnesota 55101, USA), Special Study núm. 265, 37 págs., 1968.

El propósito de este estudio fue el de determinar la influencia que pudiera tener la rotura forzada de un pavimento de hormigón en las grietas reflejadas después de colocar encima una capa de aglomerado bituminoso. Para ello, en parte de una obra de cubrimiento bituminoso de un viejo pavimento de hormigón, se rompió éste con una apisonadora de 59 toneladas. Se describe en el informe la naturaleza de la obra, cálculo del firme y construcción.

Por este procedimiento se redujeron sensiblemente algunos tipos de grietas, por lo que se recomienda para futuras obras de esta clase. La aspereza superficial se puede, pues, reducir mediante la rotura previa del pavimento y aumentanto el espesor de la capa bituminosa. Según la experiencia en Minnesota, la capa de aglomerado bituminoso necesaria para no tener grietas reflejadas es de 15 centímetros de espesor.

---

#### ESTUDIOS DE LABORATORIO SOBRE ANTIOXIDANTES PARA BETUNES

---

Por K. G. Martin. Comunicación presentada en la 4.ª Conferencia del Australian Road Research Board, en Melbourne, agosto 18-23 1968. Comunicación núm. 431 (pedidos: Conference Secretary; Australian Road Research Board; 60 Denmark St.; Kew 3101; Vitoria, Australia).

Este estudio sobre la adición de antioxidantes se ha hecho con miras a mejorar la durabilidad de los betunes. Se utilizó un asfalto de Kuwait, tratándolo con una amplia gama de antioxidantes. Se prepararon películas finas de las mezclas que fueron expuestas a oxígeno bajo presión en cámara oscura y también a la radiación solar. Se midieron los cambios por medio de espectrometría infrarroja y de viscosímetro. Se examinaron los efectos de varios antioxidantes usados individualmente a varias concentraciones, así como los efectos al combinar varias clases de antioxidantes. Aunque no se han encontrado antioxidantes muy prometedores, los resultados ofrecen bastante promesa y se discute la selección óptima de antioxidantes de acuerdo con las aplicaciones de los betunes.

---

#### LA INFORMACION EXISTENTE SOBRE DETERIORACION BIOLOGICA DE MATERIALES NO METALICOS

---

Por Carl J. Wessel. ASTM Material Research and Standards (1916 Race Street; Philadelphia, Pa., 19103, USA), vol. 8, núm. 9, págs. 10-17, septiembre 1968.

La humedad, calor, luz, oxígeno y sales presentes son factores importantes en la deterioración de minerales por agentes biológicos. Estos factores determinan la existencia de agentes biológicos e influncian su actividad. Se presenta la información existente sobre el tema en relación con la deterioración de cauchos, plásticos, pinturas y otros productos orgánicos. Esta comunicación es una monografía cuya lectura es necesaria para conocer el estado actual de los conocimientos sobre la actividad biológica en los materiales orgánicos.

---

#### CALCULO DE ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN UNA ESTRUCTURA ELASTICA EN CAPAS

---

Por E. N. Thrower. Road Research Laboratory (Crowthorne, Berkshire, Inglaterra), RRL Report LR 160, 24 páginas, 1968.

Se presenta un análisis de las fuerzas, esfuerzos y deformaciones en una estructura ideal elástica con «n» capas sometidas, en la superficie, a una carga estacionaria simétrica y axial. Se llega a un método eficaz para hacer las computaciones, en donde el trabajo aumenta sólo proporcionalmente al número de capas. Se describe un programa para la realización del análisis con ordenador electrónico.

# NOVEDADES TECNICAS SOBRE PRODUCTOS BITUMINOSOS

Por Manuel Mateo,

De "Alema" Núm. 43  
Abril-Mayo, 1969  
Págs. 37-39

---

## **ESTUDIO SOBRE LA CONSERVACION DE SUPERFICIES BITUMINOSAS EN TEXAS**

Por Emil R. Hargett. Texas Transportation Institute, Texas A. & M. University (College Station, Texas). Research Report, 129-1, 15 págs., agosto 1968.

Esta publicación es una recopilación del estado actual de las prácticas de conservación de superficies bituminosas en Texas. Se han revisado las comunicaciones y artículos sobre la materia y se analizan los materiales, equipo y técnicas usados más corrientemente en las operaciones de conservación. Se describen las operaciones de conservación con las que se han obtenido más éxito, para dar pauta en los trabajos a realizar. También se describen los problemas encontrados para canalizar los trabajos de investigación y experimentación.

---

## **NUEVAS PERSPECTIVAS PARA EL ALQUITRAN**

Por R. Ansart. Roads and Road Construction (Blenheim House, London SW11), vol. 46, núm. 549, páginas 379-385, septiembre 1968.

El propósito de este informe es mostrar, a través de varios ejemplos, que el alquitrán es un aglutinante que puede usarse aun con los cambios y nuevos requisitos introducidos en la técnica moderna de construcción de carreteras. En asociación con otros productos puede alcanzar un rendimiento superior a los otros aglutinantes. Se está despertando de nuevo el interés en el uso del alquitrán, llevándose a cabo gran número de trabajos de investigación sobre este material. Hay quien considera el alquitrán como uno de los materiales bituminosos más idóneos del futuro.

---

## **EVOLUCION DE LAS CARACTERISTICAS DE UNA MEZCLA BITUMINOSA DURANTE SIETE AÑOS DE SERVICIO**

Por G. Carré, P. Bazin, G. Bichenon-Lefebvre y P. Bus «Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers», Ponts et Chaussées (58 Bld. Lefevre, Paris XV, Seine 75), núm. 32, págs. 121-135, junio-julio 1968.

Se estudió la evolución de una mezcla bituminosa, desde su producción y colocación hasta la influencia de los agentes atmosféricos, en los cambios de sus características generales, así como de sus constituyentes, asfalto y áridos. Este estudio se llevó a cabo por el Laboratoire Regional des Ponts et Chaussées de Marsella y la Sociedad Shell de Nanterre. Se encontraron variaciones en la compacidad, módulo de rigidez de la mezcla, tamaño de gramo de los áridos y en la viscosidad y penetración del aglutinante. Los ensayos se hicieron en muestras tomadas a lo largo de siete años.

---

#### **SELECCION OPTIMA DE LOS COMPONENTES PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

---

Por S. S. Hejal, T. R. Buick y J. C. Oppenlander, «Joint Highway Research Project Report», número 18, Purdue University (Lafayette, Indiana, 46207, USA), 15 págs., sept. 1968.

Existen varios métodos para el cálculo y proyecto de pavimentos flexibles, pero no existe ninguna técnica que considere explícitamente la combinación óptima de los componentes del pavimento para minimizar el coste total de éste. Se hizo un

análisis del sistema para desarrollar un método racional para la selección óptima del espesor de los diversos componentes del pavimento. Esta minimización del coste debe llevarse a cabo dentro de las condiciones de contorno impuestas por las limitaciones prácticas de los parámetros de cálculo.

El modelo de cálculo consiste en una función objetiva y siete ecuaciones de restricción. El coste total del sistema del pavimento se describe cuantitativamente en esta función objetiva, obteniéndose una solución de coste mínimo para cada combinación de coste en materiales y de condiciones de cálculo. Las diversas ecuaciones de restricción cuantifican las condiciones de contorno a las que está sujeto el cálculo del pavimento flexible. Estas limitaciones físicas completan el realismo del modelo matemático en el cálculo. El modelo de cálculo se puede resolver por una técnica modificada de programación lineal.

---

#### **EL ENDURECIMIENTO DE LAS MEZCLAS DE AGLOMERADO ASFALTICO DURANTE SU PREPARACION**

---

Por D. Y. Lee y L. H. Csanyi. Journal of Materials de la ASTM (1916 Race Street, Philadelphia,

Pa. 19103), vol. 3, núm. 2, págs. 538-555, septiembre 1968.

Los cambios que experimenta el asfalto durante el mezclado a alta temperatura son de gran importancia. Estos cambios pueden acortar la «vida», o período útil, del asfalto, con sus consecuencias en la desintegración del pavimento, así como dar información sobre la durabilidad relativa del asfalto.

En este estudio se analizaron los cambios físicos y químicos del asfalto que ocurren durante su mezclado. Como índices de endurecimiento, se midieron los cambios en viscosidad y penetración, y para evaluar los cambios químicos coloidales se determinaron los contenidos en asfaltenes y oxígeno. Los ensayos se correlacionaron con el ensayo de película fina al horno del Bureau of Public Roads. Se discuten los valores y potencialidades del asfalto en virtud de este ensayo de durabilidad.

#### **CARACTERISTICAS DE LA RESISTENCIA DEPENDIENTE DE LA TEMPERATURA EN MEZCLAS DE ARENA-ASFALTO**

Por C. A. Pagen y V. K. Khosha. Journal of Materials de la ASTM (1916 Race Street, Philadelphia, Pa. 19103), vol. 3, núm. 3, págs. 501-516, septiembre 1968.

Se evaluaron cuantitativamente el efecto del contenido en asfalto, temperatura y la variación en la deformación en compresión simple y módulo de elasticidad de mezclas de arena-asfalto en los límites de temperatura a que está expuesto este material en su servicio como parte del firme de carreteras.

Los resultados experimentales sugieren que la resistencia estructural y la conducta de los pavimentos asfálticos, bajo las cargas del tránsito, son completamente diferentes en las distintas estaciones del año, debido a los pronunciados efectos de la temperatura en el módulo de elasticidad, resistencia al corte y tipo de rotura. Estos estudios implican que no debe considerarse una sola temperatura, sino una gama completa que incluya aquellas temperaturas de la zona en cuestión.

#### **EL USO DEL ASFALTO BLANCO EN LA PREPARACION DE PUENTES DE HORMIGON**

De la revista «Ohio Contractor» (1375 West Lane Avenue; Columbus, Ohio, 43221), vol. 7, núm. 8, página 37, agosto 1968.

El Departamento de Carreteras de Ohio ha venido usando el llamado asfalto blanco, que es un aglutinante sintético, en la reparación del pavimento de hormigón en puentes, así como para nivelar los accesos una vez que las losas junto al puente hayan asentado. El material tiene un aspecto parecido al hormigón y se maneja como el asfalto. Sin embargo, se enfría más rápidamente que el asfalto, lo que permite que el tránsito pueda pasar por encima casi inmediatamente después de colocado.

El aglomerado sintético, denominado «Pavebrite», contiene una resina hidrocarbónica obtenida por un proceso distinto al asfalto, a partir del petróleo. El aglomerante sintético se combina con pigmentos especialmente seleccionados y con otros ingredientes para obtener un producto que puede usarse como si fuera asfalto ordinario. El aglutinante sintético es impermeable al agua y es del color del hormigón. Su uso está muy limitado debido a que es mucho más caro que los aglomerados bituminosos.

#### **EL USO DE ARIDOS DE PIEDRA PARTIDA EN PAVIMENTOS DE MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE**

Por Fred J. Benson. OIP 91. National Asphalt Pavement Association (6715 Kenilwoth Avenue; Riverdale, Md.), 38 págs., septiembre 1968.

Los pavimentos de asfalto mezclado en caliente con árido de piedra partida son los aglomerados más corrientemente usados desde hace cincuenta años. El uso de áridos de piedra partida, tanto en la fracción fina como gruesa, produce una estabilidad mayor y un rendimiento mejor en los pavimentos. La influencia del árido fino es decisiva en mezclas de granulometría cerrada. Existe una gran variedad granulométrica, entre las mezclas que se han comportado bien en aglomerados, en capas de nivelación y de rodadura. Los áridos de piedra partida no pulimentable, cuando se usan apropiadamente, producen una textura antideslizante excelente en capas de rodadura mezcladas en caliente. Dentro de los conocimientos actuales existen procedimientos satisfactorios para el cálculo, mezclado, vertido, compactación e inspección de pavimentos hechos con asfalto y piedra partida mezclados en caliente.

Se necesita aumentar la capacidad del equipo de vertido en vista de las tendencias actuales a colocar capas más gruesas que anteriormente. En los ensayos AASHO y WASHO se halló que las mezclas para bases hechas con piedra partida y asfalto mezclados en caliente, eran de una calidad superior a las bases hechas con áridos de piedra partida sin aglomerante.

NOVEDADES  
SOBRE INVESTIGACION  
DE PRODUCTOS  
BITUMINOSOS  
Y SUS  
APLICACIONES

por MANUEL MATEOS,

De "Alema" Núm. 40  
Octubre-Noviembre, 1968  
Págs. 55-57

---

Por Brian G. Schultz y Russel C. Jones. «Proceedings», Association of Asphalt Paving Technologists (1224 East Engineering Building; Box 619; Ann Arbor, Michigan, 48107; USA), vol. 36, páginas 731-750. 1967. 12 dólares.

---

El gussasfalto es un material para pavimentos que proporciona una superficie fuerte, durable e impermeable, aunque no se encuentran comunicaciones o artículos donde se relaten las propiedades específicas de este material. Como se sabe, el gussasfalto es un material bituminoso que se vierte sobre el pavimento, se extiende y no se compacta. Se preparó un programa de ensayos para estudiar la influencia de la temperatura y tipo de filler mineral en la compresión simple, resistencia a la tensión y conducta viscoelástica en tensión del gussasfalto. Se usaron asbestos y fibra de vidrio como complemento al filler de caliza.

Comparando los resultados con gussasfalto con los obtenidos con mezclas convencionales, se observa que a altas temperaturas el gussasfalto exhibe mayor resistencia a la compresión y a la tensión, siendo lo contrario a bajas temperaturas. La influencia de los aditivos, asbestos y fibra de vidrio fue favorable sólo a bajas temperaturas. El gussasfalto es un material viscoelástico lineal para todos los tipos de filler usados en este estudio.

---

Por L. Odier, R. S. Millard, Pimentel Dos Santos y S. R. Mehra. Recopilado bajo los auspicios de la UNESCO. Publicado por Editions Eyrolles (61 Blvd. St. Germain; París 5). 174 páginas. Unas 600 pesetas. 1968.

---

Recopilado por técnicos de varias naciones, presenta los variados aspectos del proyecto, construcción y conservación de carreteras en países en varios grados de desarrollo y para zonas de varias condiciones climatológicas. Se presentan aspectos económicos; impacto social de los caminos; condiciones de los suelos; control del tránsito; prevención de accidentes; elección del tipo de pavimento, y medios de financiación.

Por Coleman A. O'Flaherty. Publicado por Edward Arnold Publishers Ltd. P. O. Box 482; 41 Maddox Street; London W. 1.; Inglaterra. 867 páginas, 1967. Precio, 5 libras 10 chelines.

Queremos indicar, simplemente, la aparición de este nuevo libro sobre carreteras. El autor, profesor Coleman A. O'Flaherty, es una amistad personal mía desde hace años, habiendo estudiado juntos en Estados Unidos y Austria; hemos trabajado junto en investigación, teniendo publicaciones conjuntas. He comentado con él la preparación del libro y analizado parte del manuscrito. El autor ha trabajado en Irlanda, Canadá, Estados Unidos y ahora en Inglaterra. Actualmente es profesor de ingeniería de carreteras y director del Centro para Estudios del Transporte en la Universidad de Leeds. Baste esto para que se pueda juzgar la valía del libro, ya que toda crítica que yo haga sería subjetiva.

El libro contiene amplios capítulos sobre pavimentos flexibles (90 páginas) y capas de rodadura bituminosas (42 páginas), así como otro capítulo donde se analizan los materiales bituminosos.

Por W. Gengenbach. «Automobil-Industrie» (Vogel Verlag; 7 Max Planck Strasse, Wuerzburg, Alemania). Vol. 12, núm. 4, páginas 74-79. 1967.

Se realizaron experimentos para determinar los parámetros que afectan al planchado del agua por los neumáticos y, en particular, la influencia del espesor de la película de agua. Se determinó la velocidad límite para el planchado del agua, variando la profundidad de la película. Se presenta la influencia de distintos tipos de neumáticos; aquellos con surcos predominantemente transversales mostraron ser doblemente efectivos para eliminar el planchado que los que tienen el rayado longitudinal, y cuatro veces mejor que los neumáticos sin ningún rayado.

Por P. J. Williamson. Great Britain Road Research Laboratory (Harmondsworth; Middlesex; Inglaterra), RRL Report LR 77, 33 páginas. 1967.

Se derivan los coeficientes de transmisión de calor durante tiempo de heladas, relacionando las pérdidas de calor en pavimentos con la velocidad del viento y la de la superficie de la carretera. Se

discute la magnitud del calor transmitido hacia abajo en el firme por la parrilla calentadora y se presenta un método para calcular el calor extra emitido y requerido para instalaciones en carreteras elevadas. Se emplean soluciones de la ecuación del calor transmitido en un medio semiinfinito bajo condiciones simples de contorno para ilustrar el efecto de profundidad y producción del calentador en su régimen de respuesta, capacidad para derretir la nieve y capacidad de almacenamiento de calor en el sistema. Se examinan las condiciones de funcionamiento requeridas para proveer un almacenamiento adecuado para necesidades de punta. Se estiman las pérdidas de calor observadas en instalaciones existentes y la producción de los calentadores requerida en diversas situaciones, tanto para suministro continuo como de punta.

Por L. David Minsk. «Highway Research Record», número 227, páginas 57-63 (publicado por el Highway Research Board; 2.101 Constitution Avenue, Washington, D. C., 20.418. U. S. A.). 1968.

Se presenta el desarrollo y ensayos de un aglomerado asfáltico hecho conductivo eléctricamente mediante la adición de grafito. Este es un nuevo método que puede llegar a ser competitivo económicamente con los usados corrientemente: cables-resistencia, tuberías por donde se hace circular un fluido caliente, etc.

Solamente se realizaron pruebas en pequeñas áreas de ensayo, sin tráfico, con los electrodos separados 1,50 metros. Las áreas de ensayo funcionaron perfectamente durante los dos inviernos que duraron las observaciones.

«Proceedings», Association of Asphalt Paving Technologists (1.224 East Engineering Building; Box 619, Ann Arbor, Michigan 48.107. U. S. A.). Volumen 36, páginas 288-386. 1967. 12 dólares.

Se discuten los problemas del control de la compactación en cuatro comunicaciones diferentes, publicadas en este volumen de los «Proceedings»: definiciones; relaciones generales entre las mezclas y la compactación y preparación de sub-bases y condiciones climatológicas; propiedades de las mezclas y su influencia en la compactación, pues parece que cada mezcla tiene una capacidad de soporte óptima, y métodos para controlar la compactación. Se presenta el sumario de una encuesta llevada a cabo entre todos los departamentos de carreteras

estatales. Se presenta también la experiencia del departamento de carreteras del Estado de Washington en compactación neumática de aglomerado asfáltico en capas gruesas.

---

«Constructioner» (1 Bond Street; Chatham, N. J. 07928. U. S. A.), 4 de marzo de 1968, págs. 22-25.

---

Se realizaron experimentos en el mes de enero de 1967, con temperaturas alrededor de 0° C, para hallar la temperatura, espesor de capa y prácticas de extendido que deben ser consideradas para asfaltar pavimentos durante la época hibernal. Los ensayos incluyen el aislamiento térmico del firme y se usó caucho como aditivo en algunas de las pruebas.

Los resultados preliminares indican que las mezclas extendidas a elevadas temperaturas tienen una densidad mayor que aquellas extendidas a temperaturas más bajas. Las secciones aisladas dieron las densidades más elevadas. Las pérdidas de calor a través del firme helado, y no aislado térmicamen-

te, eran mayores que a través del aire frío. Los aditivos de caucho ayudaron a mantener la temperatura elevada durante la compactación.

---

Por G. R. Korfhage. Minnesota Department of Highways (John Ireland Boulevard; St. Paul, Minn. 55.101), «Special Study», núm. 279, 23 páginas. 1968

---

El propósito de este estudio fue la evaluación del tipo de árido y su granulometría, así como de los aglutinantes bituminosos, para usarse en la construcción de capas especiales de sellado, instaladas para avisar al tránsito. Se describe la construcción y comportamiento de las bandas sonoras. Se dan unas recomendaciones interinas sobre el tipo y cantidad de árido y de aglutinante para obtener una intensidad máxima de ruido sin disgregación del árido. No se investigaron los aspectos de la efectividad de estas bandas desde el punto de vista de la circulación, como forma de las bandas, anchura o espaciamiento.

# NOVEDADES TECNICAS SOBRE INVESTIGACION DE PRODUCTOS BITUMINOSOS

De "Alema" Núm. 39  
Agosto-Septiembre, 1968  
Págs. 33-35

Análisis de varios experimentos sobre riegos de imprimación, llevados a cabo entre agosto de 1961 y marzo de 1964.

---

CSIR Research Report 256; National Institute for Road Research Bulletin, n.º 8; Council for Scientific and Industrial Research; Pretoria, South Africa, 24 páginas, 1967.

En muchos casos surgen problemas originados por la capa de imprimación en pavimentos asfálticos. Para saber algo más acerca de estos problemas se realizaron, a lo largo de tres años, unos experimentos para hallar el comportamiento de los distintos materiales usados en capas de imprimación.

Se halló que para bases de grava bien graduada o de suelo cemento se pueden utilizar cualquiera de los materiales de imprimación en uso, mientras que en otros casos no se encuentran materiales adecuados, como, por ejemplo, para sellar una base para soportar un pequeño número de vehículos sin desintegrarse.

Estos experimentos han llevado al desarrollo de un alquitrán de coque, de secado rápido y alta temperatura, y de otro alquitrán de baja temperatura, que pueden ser usados en algunos casos en donde los materiales convencionales no son eficaces.

---

Costes de funcionamiento de vehículos sobre carreteras bituminosas, de grava y de tierra, en Africa Central y Oriental.

---

Por R. S. P. Bonney y N. F. Stevens. Great Britain Road Research Laboratory (Harmondsworth, Middlesex, Inglaterra), Road Research Technical Paper n.º 76, 43 páginas, 1967.

Se describe el programa de investigación de dos años de duración para hallar los costes de funcionamiento de vehículos sobre distintos tipos de capas de rodadura en carreteras de bajo coste en Africa Central y Oriental. Esta

por MANUEL MATEOS,

investigación se cree de necesidad básica para el establecimiento de prioridades en la reparación de carreteras y para decidir sobre el tipo de material más apropiado para cada caso y condiciones particulares.

Se evaluaron independientemente los costes de carburantes y aceite, conservación, neumáticos, jornales de los conductores y depreciación de vehículos. La suma de estos conceptos se estima que representa un 60 por 100 del coste total de funcionamiento de los vehículos.

Se discute el uso de los resultados obtenidos en la evaluación de programas para mejora de las carreteras y se presenta un método para adaptar los resultados y costes obtenidos en este estudio para ser empleados en otros países donde los precios unitarios de materiales y mano de obra sean diferentes de los prevalentes en Africa Central y Oriental.

---

### Estudio estructural de asfaltos por la resonancia magnética nuclear.

---

Por Jerry W. Ramsey, Francis R. McDonald y J. Claine Petersen. "Industrial & Engineering Chemistry", publicado por Product and Research Development (1155, 16th Street N W; Washington D C 20036, USA), vol. 6, número 4, páginas 231-236, diciembre 1967.

Se analiza la efectividad del método de resonancia magnética nuclear en la determinación de fórmulas estructurales medias y pesos formularios del asfalto. Se comparan los pesos formularios medios con los pesos moleculares, encontrándose un acuerdo razonable en la mayoría de los casos. Las fracciones más polares del asfalto poseían pesos moleculares hasta tres veces los pesos formularios, mientras que las fracciones menos polares tenían pesos moleculares muy de acuerdo con los pesos formularios. Se compararon los valores de aromaticidad obtenidos por el método de resonancia magnética nuclear con un asfalto y sus fracciones con los obtenidos por otros investigadores que analizaron la misma muestra, pero usando distintos métodos, obteniéndose tal acuerdo que se demuestra la validez del método usado en este estudio. La conducta de elución de las fracciones de asfalto en una columna cromatográfica tuvo correlación con la aromaticidad y con el número de anillos condensados por unidad estructural media.

---

### Reducción de la peligrosidad de las pistas de aeropuertos.

---

"Engineering" (36 Bedford Street; London W. C. 2, In-

glaterra), vol. 204, n.º 5.303, página 912, 8 diciembre 1967.

Se describen los análisis y resultados obtenidos con un aparato diseñado para medir la fricción de un pavimento, especialmente en pistas de aeropuertos. Este aparato, denominado Mu-Meter, es una especie de remolque de tres ruedas, con un aparato para registro continuo de la fricción con el pavimento.

El aparato mide la fricción entre sus propias ruedas y el pavimento y estos datos pueden ser relacionados con la resistencia al deslizamiento y la distancia de frenado necesaria para un avión u otra clase de vehículo. El Mu-Meter funciona sin sistema eléctrico de soporte; se desmantela fácilmente para su transporte y puede trabajar en cualquier clase de tiempo, aun con el pavimento bajo lluvia. Este instrumento es de gran utilidad, tanto en trabajos de investigación como en rutinarios y en la evaluación diaria de las condiciones de las pistas de aterrizaje. También se puede utilizar en pavimentos de carretera aun en mal tiempo.

---

### Vehículo para medir la resistencia al deslizamiento en carreteras y pistas de aterrizaje de vehículos sometidos a cargas pesadas.

---

Por F. T. W. Lander. Great Britain Road Research Laboratory (Marmondswoth, Middlesex, Inglaterra), RRL Report 56, 11 páginas, 1967.

Se describe un vehículo desarrollado para estudiar la fricción entre una rueda frenada y la superficie de un pavimento, midiendo el par de torsión del frenado. Se pueden realizar ensayos con la máquina cargada has cinco toneladas, presión en neumáticos entre 2 y 20 kilogramos/centímetro cuadrado y velocidad hasta 100 kilómetros/hora. Los ensayos se pueden realizar bien con la rueda bloqueada o con la rueda frenada controlada por una unidad antibloqueo por inercia. Se pueden medir las fuerzas de resistencia al avance del vehículo.

---

### Un producto de polimerización como aditivo en betunes para carreteras.

---

Por M. I. Volkov, I. V. Korolev y B. G. Pechenyi. "Neftepererabotka i Neftekhimiya", n.º 5, páginas 15-17, 1967. (Se pueden obtener en Rusia o en The Center

Library for Research, 5721 Cottage Grove Avenue, Chicago, Illinois, 60637, USA.)

Las propiedades adhesivas de los betunes estudiados fueron mejoradas mediante la adición de residuos derivados de la producción de ácidos grasos sintéticos, pero al mismo tiempo redujeron la estabilidad de los betunes al envejecer éstos, según se dedujo del cambio en sus propiedades al calentarlos a 160 grados o al exponerlos a la luz ultravioleta. Sin embargo, se encontró un polímero más satisfactorio como aditivo en los betunes, tratando los residuos con cal en un reactor sin aire. Este polímero contiene sales cálcicas de ácidos grasos de alto peso molecular (en proporción de 50 a 65 por 100), ácidos grasos de alto peso molecular (en proporción de 15 a 20 por 100), material no saponificado de tipo resinoso que consiste en alcoholes y ketonas de alto peso molecular (10 a 30 por 100) y pequeñas cantidades de cal viva, yeso, grasas y ácidos dicarboxílicos. El polímero fue un aditivo satisfactorio en los betunes, en proporciones de 5 a 40 por 100, aumentando la adhesividad y cohesión del betún, con mejora simultánea de su elasticidad, resistencia al agua y al calor y estabilidad al envejecer.

### Consejos sobre capas finas de rodadura con mezclas asfálticas colocadas en caliente.

The Asphalt Institute (Asphalt Institute Building, College Park, Maryland 20740, USA), Comunicación número MISC-68-3, 20 páginas, marzo 1968.

Las capas finas de asfaltos son de utilidad en bastantes casos; por ejemplo, para tratar superficies deslizantes, para tener capas duras sobre pavimentos existentes, viejos o nuevos, y para rejuvenecer pavimentos viejos. Estos consejos se han preparado para ayudar a los ingenieros en la preparación de pliegos de condiciones. Se indican los tipos de materiales requeridos para condiciones variadas, así como procedimientos constructivos para obtener capas de rodadura delgadas de excelentes características.

### Permeabilidad al agua de probetas de aglomerado asfáltico usando saturación por presión de cola.

Por B. A. Vallerga y R. G. Hicks. "Journal of Materials"

(ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, Pa. 19103, USA), vol. 3, n.º 1, páginas 73-86, marzo 1968.

Se describe un estudio realizado para desarrollar un permeámetro apoyándose en el principio de "saturación por presión de cola" para determinar la permeabilidad del aglomerado asfáltico. Con este equipo se puede computar el coeficiente de permeabilidad utilizando cualquiera de los dos métodos clásicos: presión hidrostática constante o presión descendente. También se describe la serie de experimentos llevados a cabo con tres permeámetros fabricados de acuerdo con las normas establecidas para hallar posibles variaciones, haciéndose un análisis de varianza entre los tres parámetros e intervalos de confianza para los coeficientes de permeabilidad.

### Simposio sobre capas de rodadura para puentes metálicos.

Organizado por la Asociación Internacional de Puentes y Estructuras en cooperación con la American Society of Civil Engineers, la American Association of State Highway Officials y el Highway Research Board. Tendrá lugar en la Universidad de Columbia, Nueva York, el sábado 7 de septiembre de 1968. Aquellas personas que asistan a este simposio podrán también asistir al VIII Congreso de la Asociación Internacional de Puentes y Estructuras, que tendrá lugar también en Nueva York del 9 al 14 de septiembre.

El simposio está organizado bajo los siguientes temas: Tema 1.—"Capas de rodadura asfálticas". Actúan como relatores el profesor F. Reinintzhuber y el señor Thul, ambos de la República Federal Alemana.

Tema 2.—"Tipos especiales de capas de rodadura"; relator, señor William Henderson, de Gran Bretaña.

Tema 3.—"Capas de rodadura delgadas"; relator, señor A. L. Elliot, de USA.

El relator hará una introducción sobre el tema, siguiendo la presentación de comunicaciones preparadas y discusión abierta. Los informes de la introducción preparada por los relatores serán distribuidos a los participantes en cuanto se reciba su inscripción. La inscripción cuesta 20 dólares e incluye el coste del informe final.

Aquellas personas o entidades que no estén interesadas más que en obtener el informe final, su coste es de tan sólo siete dólares. Las solicitudes se pueden dirigir a:

U. S. Council of IABSE, c/o Mr. Gerard F. Fox  
Howard, Needles, Tammen & Bergendorff  
99 Church Street  
New York, N. Y. 10007, USA.

NOVEDADES  
TECNICAS SOBRE  
INVESTIGACION DE  
PRODUCTOS  
BITUMINOSOS

MANUEL MATEOS,

De "Alema" Núm. 38  
Junio-Julio, 1968  
Págs. 53-55

Efecto de la composición química  
en las propiedades reológicas  
de los asfaltos

Por Charles W. Lamb. University of Arkansas (Fayetteville, Arkansas), 323 páginas, 1967.

Se hallaron las propiedades reológicas y composición química de nueve asfaltos usados en pavimentos. Se hallaron también las propiedades de la fluencia a 7, 25 y 49° C, mediante un microviscosímetro de placa deslizante. Se midió el comportamiento viscoelástico a 7° C por el método de relajación de fuerzas para un esfuerzo constante en un viscosímetro conicocilíndrico. La composición química se determinó separando los asfaltos en fracciones por un método modificado del cromatográfico de Corbett-Swarbrick. Se desarrolló una técnica de mínimos cuadrados con programa de ordenador para la determinación de parámetros de la ley-potencia y variación experimental a partir de los datos obtenidos con el microviscosímetro. Los efectos de la temperatura en la viscosidad se representaron satisfactoriamente basándose en la ecuación de Walther, y en características de la temperatura obtenidas por la ecuación de Williams-Landel-Ferry.

De los resultados obtenidos en este estudio, así como de la revisión de otros trabajos sobre el mismo tema, publicados por otros autores, se concluye que la fluencia de los asfaltos a las más bajas temperaturas de servicio, dependen más de factores como la asociación y estado coloidal que en el contenido relativo de un tipo específico de compuestos.

Determinación de la recuperación  
elástica de mezclas de aglomerante-polímero usando un  
viscosímetro modificado  
de placa deslizante

Por W. Szatkowski. Road Research Laboratory (Harmondsworth, Middlesex, Inglaterra), Report RL 14, 16 páginas, 1967.

Las propiedades elásticas de los aglomerados están grandemente influenciadas por la adición de ciertos compuestos poliméricos. Se ha modificado un microviscosímetro de placa deslizante para la determinación de la recuperación elástica de betunes, betunes con caucho y mezclas de alquitrán con polímeros sintéticos. En el sistema betún-caucho, la recuperación elástica está en relación con el contenido efectivo de caucho del aglomerante. Se recomienda que la medida de la recuperación elástica sea considerada como una alternativa del método actualmente usado para presentar esta característica de los aglomerantes que contienen caucho.

---

## La construcción de pavimentos flexibles en Alemania

---

En "Surveyor and Municipal Engineer" (40 Bowling Green Lane, London EC 1). Vol. 130, número 3.928, página 36. 16 septiembre 1967.

La proporción de pavimentos flexibles construidos en Alemania está en aumento, y en la actualidad representa el 36 por 100 del total de pavimentos que se construyen. La construcción más frecuente de un pavimento flexible consta de 45 centímetros de base bituminosa, 21 centímetros de capa intermedia y 9 centímetros de "Guss-asfalto".

Se están realizando experiencias para hallar un método efectivo y económico de aislar los terrenos de la explanada para que no se formen lentejones de hielo. En uno de los experimentos se usó arcilla cocida, mezclada con un 20 por 100 de betún. El material resultante tenía una densidad de 1,2. Diez centímetros de este material son equivalentes a una capa de 50 centímetros de suelo aislante usado corrientemente.

Se resalta el uso, cada vez más extenso, del Guss-asfalto por razones técnicas y de organización. El Guss-asfalto parece que se comporta mejor que los aglomerados con los nuevos neumáticos con clavos que se usan en Alemania contra la nieve y hielos. Es también más fácil de extender, hasta en anchuras de 7 metros, que los aglomerados y, sobre todo, permite extender en dos meses la campaña de pavimentación, al ser posible su empleo hasta temperaturas de menos 4° C.

---

## Efecto del envejecimiento del asfalto en las características de la fluencia

---

Por F. Moavenzadeh y R. R. Stander. Highway Research Record número 178, página 1-29 (Highway Re-

search Board, 2.101 Constitution Avenue, Washington, D. C. 20.418, U. S. A.). 1967.

Se estudió el efecto, a diferentes temperaturas, del envejecimiento en las características de la fluencia en tres tipos de asfalto. Las variables que se tomaron en consideración fueron: el tipo de asfalto, el grado de envejecimiento, la temperatura y el ritmo de cizallamiento. Se midió la fluencia del asfalto con tres viscosímetros distintos y el envejecimiento por un procedimiento modificado de película fina en estufa.

Para determinar la magnitud de los cambios en la composición química de los tres tipos de asfalto con el grado de envejecimiento, se realizó un estudio para determinar el cambio en el peso molecular medio de los asfaltos, así como sus componentes asfaltenes y maltenes.

Los resultados de este estudio muestran que (a) el grado de envejecimiento influencia la respuesta no-Newtoniana de los asfaltos, (b) el envejecimiento de los asfaltos, en cualquier estado del mismo, parece que no cambia apenas el peso molecular medio, y (c) ocurre un cambio significativo en las características de la fluencia alrededor del punto de reblandecimiento de los asfaltos.

---

## Estudios sobre la composición del betún asfáltico

---

Por Herbert E. Schweyer y Edmund L. Chipley. Highway Research Record, número 178. 1968.

Se presenta la información necesaria para justificar el desarrollo de un nuevo procedimiento de absorción para la separación del extracto de petrolenes obtenidos de una extracción normal de hexanos de betún asfáltico. Las propiedades de las fracciones recuperadas fueron estudiadas para hallar su densidad, índice refractivo, relación carbono/hidrógeno y contenido en azufre. Estos valores fueron utilizados en la evaluación de la distribución del carbono por forma química. Se muestra una comparación de estas evaluaciones para doce asfaltos seleccionados de penetración 85-100 y obtenidos de varios orígenes, así como una evaluación parcial del mismo tipo hecha con otros asfaltos de penetración 20-85.

Se presenta este estudio parcial para informar a aquellas personas que estén trabajando en problemas similares. Se evalúan las estructuras químicas que fueron obtenidas para los cuatro componentes diferentes que fueron separados por el procedimiento de absorción mencionado. Estos cuatro componentes se designaron como parafínico-nafténico, aromático ligero, aromático pesado y hexasfaltenes. Se halló que el método Van Nes-Van Westen tiene limitaciones debido probablemente a su naturaleza empírica, y que el procedimiento densimé-

trico de Corbett fue de mayor utilidad. Se presentan también los datos que se han obtenido con los asfaltos de penetración 20-85.

## Compactación de pavimentos de aglomerado asfáltico con rodillos neumáticos de alta presión

Por Philip Arena, S. C. Shah y Verdi Adam. Highway Research Record, número 178, pág. 75-92. 1967.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran la importancia en compactar los pavimentos de aglomerado asfáltico con rodillos neumáticos que tengan presiones similares a las de los neumáticos de los vehículos que circulan por las carreteras. Es esencial que, además de altas presiones de contacto, se dé el óptimo número de pasadas para obtener el alto grado de compactación requerido y reducir así la magnitud de las pequeñas grietas longitudinales.

Observaciones hechas periódicamente en pavimentos hechos han indicado que: (a) la mayor parte del aumento en la densidad ocurre durante los seis primeros meses de tránsito vehicular, (b) de las tres presiones ensayadas, 8,8, 12,0 y 13,6 Kg/cm<sup>2</sup>, la sección de ensayo compactada a 13,6 requirió el menor número de pases y mostró menores números y magnitud de grietas después de tres años de servicio, y (c) el porcentaje de huecos después de seis meses de servicio había disminuído en 1,2 por 100 por bajo del obtenido con el Marshall de 75 golpes, lo que indica la necesidad de aplicar mayor esfuerzo de compactación en los ensayos de laboratorio.

## Influencia de la forma del árido grueso en la resistencia de las mezclas de aglomerado asfáltico

Por Mo C. Li y I. Kett. Highway Research Record, número 178, página 93-106. 1967.

Se utilizó en este estudio un solo tipo de asfalto, de 94 de penetración, y los ensayos se hicieron siguiendo el método Marshall, suplementados con datos obtenidos por el método Hveem.

El programa de ensayos incluyó: (a) un estudio de la influencia de la angulosidad de las partículas en la estabilidad Marshall, (b) un estudio de lo que constituye una forma crítica de las partículas en la fracción de áridos gruesos, y (c) un estudio sobre el porcentaje permisible de partículas planas en el árido grueso para que el aglomerado no pierda resistencia.

Se halló que existe una gran correlación entre la angulosidad de las partículas y la estabilidad Marshall. También se halló una influencia entre las estabilidades y la forma de las partículas. En las mezclas que contenían una alta proporción de partículas, cuya relación entre anchura y espesor o entre longitud y anchura es igual o mayor que 3 (partículas planas), la resistencia resultó disminuída. El porcentaje de partículas planas admisible, sin que cause efectos perjudiciales en la resistencia, es al menos de 30 por 100 o, probablemente, de 40 por 100.

## Deformación y cambio de volumen de una arena-asfalto bajo compresión constante triaxial y directa

Por Y. H. Huang. Highway Research Record, número 178, páginas 61-74. 1967.

Se describe en esta comunicación una investigación sobre las características reológicas de una mezcla de arena-asfalto bajo compresión directa y triaxial constantes. El propósito principal fue hallar relaciones culitativas entre la fuerza, deformación, cambio de volumen, tiempo y presión lateral de una mezcla de arena y asfalto, con la esperanza de poder comprender mejor su comportamiento reológico.

Se da una breve exposición sobre la teoría viscoelástica lineal. Basándose en el principio de la superposición se muestra que un material lineal debe, al menos, satisfacer dos requisitos: (1) bajo fuerzas comprensivas muestra una disminución de volumen, y (2) la deformación axial que resulta de las fuerzas axiales es independiente de la presión lateral aplicada de antemano. Los resultados muestran que una mezcla de arena-asfalto puede satisfacer estos requisitos solamente para muy pequeñas deformaciones.

Debido a la limitación del aparato para medir el volumen, el autor no pudo determinar cuál puede ser esta deformación límite, aunque los datos experimentales indican claramente que tiene que ser bastante menor del 1 por 100. Como bajo fuerzas constantes, una mezcla de arena-asfalto puede soportar una deformación de 3 por 100 sin rotura, la pequeñísima carrera lineal puede limitar la aplicación de la teoría viscoelástica lineal al análisis estructural de pavimentos asfálticos.

# NOVEDADES TECNICAS SOBRE INVE- STIGACION DE PRODUCTOS BITUMINOSOS

por MANUEL MATEOS

De "Alema" Núm. 35  
Diciembre 1967-Enero 1968  
Págs. 33-35

## Esfuerzos y deformaciones inducidas en el asfalto por cambios de temperatura

Por C. L. Monismith, G. A. Secor y K. A. Secor. Proceedings, Association of Asphalt Paving Technologists (1224 East Engineering Building, Box 619, Ann Arbor, Michigan 48107, EE. UU.). Vol. 34, páginas 247-285, 1965.

En la parte norte, fría, y en algunas zonas desérticas, calurosas, de los Estados Unidos han aparecido en pavimentos asfálticos unas grietas transversales que han sido en parte atribuidas a esfuerzos termales que sobrepasan la resistencia a la rotura del aglomerado asfalto. Se llevó a cabo este estudio para tratar de investigar el desarrollo de esfuerzos y deformaciones termales en aglomerados asfálticos, bajo condiciones controladas de laboratorio, y para asegurarse bajo qué circunstancias el desarrollo de esfuerzos ter-

males podría indicar un posible cuarteo del pavimento real.

Se midieron los esfuerzos y las deformaciones de una determinada mezcla para temperaturas entre  $-40$  y  $+43^{\circ}\text{C}$ . Se calcularon los mismos aplicando la teoría visco-elástica, hallándose un gran acuerdo entre los valores calculados y los obtenidos en la práctica. Se extendió la teoría para predecir los esfuerzos termales debidos a los cambios de temperatura en la superficie de una losa asfáltica.

Para temperaturas por bajo de  $-18^{\circ}\text{C}$ , los esfuerzos en la superficie exceden considerablemente a la resistencia a la rotura, por lo que se puede concluir que las temperaturas extremas, particularmente por bajo de  $-18^{\circ}\text{C}$ , pueden contribuir a la formación de grietas en los pavimentos de aglomerado asfáltico.

## Construcción de una calle en un día

Por Charles Beagle. *American City* (757 Third Ave. New York, 10017, E. U. A.). Vol. 80, núm. 12, páginas 86-88. Diciembre 1965.

Se describe el método desarrollado por el autor, quien es ingeniero municipal de la ciudad de Woolbridge, N. J., para pavimentar calles al ritmo de una cuadra por día. El método se identifica por W. A. M., método acelerado de Woolbridge. Se ejecuta la excavación, se cubre con una capa de 18 centímetros de mezcla bituminosa sin compactar,

que después de compactada da 12,5 centímetros. De esta forma sólo se extiende una capa, lo que hace que se pueda completar la pavimentación en un solo día.

Ensayos de laboratorio indican que en el acto de la compactación la temperatura aumenta, lo que ayuda a obtener una mayor densidad y resistencia de las capas bituminosas. Se sacaron probetas, que analizadas y ensayadas han probado que el empleo de capas gruesas da mayores resistencias que empleando capas delgadas.

## Huecos, permeabilidad y espesor pelicular relacionados con el endurecimiento del asfalto

---

Por Joseph F. Goode y Lawrence A. Lufsey, *Proceedings, Association of Asphalt Paving Technologists* (1224 East Engineering Building, Box 619, Ann Arbor, Michigan 48107, E. U. A.), Vol. 34, págs. 430-463, 1965.

Se investigó la posibilidad de usar las medidas de permeabilidad del aire como factores de control en el cálculo de mezclas bituminosas.

No se halló una confirmación de que la medida de la permeabilidad del aire pueda ser un factor a considerar en el cálculo de mezclas bituminosas. Se halló, sin embargo, que se pueden mejorar las mezclas, basándose para su cálculo en una combinación de la evaluación del espesor de la película de asfalto que cubre los áridos y del contenido de huecos. Las mezclas bituminosas calculadas bajo este criterio no deberían estar sujetas a un fallo prematuro causado por un excesivo endurecimiento del asfalto.

## Nuevos métodos para el estudio del comportamiento mecánico de los materiales compuestos de hidrocarburos

---

Por G. Brunschwig y otros, *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics* (9, rue la Pérouse, Paris 16ème), Núms. 219-220, págs. 429-446, Marzo-abril 1966.

Para progresar en el estudio de la mecánica de los materiales bituminosos indican los autores que se necesita una exploración más amplia y más sistemática de las reacciones de los materiales en la gama completa de temperaturas y frecuencias. Esto implica que se debe tener en cuenta el fenómeno de fatiga bajo cargas repetidas y las modificaciones que resultan de la influencia del medio que rodea a los materiales.

Los autores informan sobre varios métodos convergentes desarrollados en los últimos años en el Laboratorio Central de Puentes y Carreteras, aplicables a materiales manufacturados y que están basados en el carácter viscoelástico de estos materiales: en dinámica, una técnica de vibración sinusoidal, y en estática, una técnica de deformación diferida bajo carga constante. El estudio del material durante su manufactura requerirá otras técnicas en relación con la reología del comportamiento viscoplástico, que es, en general, mucho más difícil de estudiar.

## Adhesión del asfalto a la piedra

---

Por J. J. Bikerman, *Journal of Materials* (1916 Race St., Philadelphia, Pa. 19103), Vol. 1, núm. 1, págs. 34-37, Marzo 1966.

Se usó un ensayo de raspado para determinar las condiciones para evaluar la formación de las juntas entre asfalto y piedra, así como un ensayo de pelado para mostrar que la adhesión de conglomerados de piedra, asfalto y cintas de aluminio siguen la teoría reológica de adhesión.

Se aplicó asfalto de Venezuela, de 85-100 de penetración a losas de granito y mármol, a temperaturas entre 100 y 170° C. Después de enfriarse durante una a tres horas se raspó el asfalto de las losas con una cuchilla de afeitar. La cantidad de asfalto que quedó después del raspado fue casi independiente de la temperatura de aplicación, pero dependió mucho de la rugosidad de la superficie de la piedra.

Paneles de piedra, asfalto y hoja de aluminio fueron calentados a 130° C durante veinte a treinta minutos y después enfriados durante una a tres horas. Se peló entonces el aluminio del asfalto, usando un aparato que permitía que la fuerza tensil fuera perpendicular. De acuerdo con la teoría reológica, el ritmo de pelado y el residuo en la piedra dependen de la tensión de pelado y de la temperatura.

Las tentativas para usar este método para hallar la penetración del agua en asfalto no tuvieron éxito, pero la penetración del agua por el asfalto fue medida a 3 y a 25° C. En estos ensayos se puso una losa de piedra sobre un metal cubierto de asfalto bajo agua. Al principio hubo muy poca adhesión. Con el tiempo, sin embargo, la adhesión aumentó para después nivelarse. El ritmo de desplazamiento fue diferente para el granito y el mármol.

## **El efecto del filler en las mezclas bituminosas**

---

Por W. Henkelon. *Proceedings, Association of Asphalt Paving Technologists* (1224 East Engineering Building, Box 619, Ann Arbor, Mich. 48107. E. U. A.). Vol. 34, págs. 369-429. 1965.

Las conclusiones que se obtuvieron a raíz de este estudio fueron: la consistencia y densificación de las mezclas están, en una primera aproximación, gobernados por el volumen aparente del filler. Todos los métodos que dan una indicación del volumen aparente del filler son, por tanto, adecuados. El volumen del betún libre que queda después de llenarse los huecos en el filler es una medida más directa de las proporciones de la mezcla que la dada por el volumen total de betún. El volumen de betún presente en los huecos del filler se puede considerar como un sólido y debe, por tanto, restarse de los huecos en la fase sólida. Los huecos en la fase sólida están meramente relacionados a los porcentajes de filler aparente y de betún libre. Las propiedades de las mezclas en el ensayo Marshall están simplemente relacionadas con los huecos en la fase sólida y en el contenido de piedra de las mezclas.

Se ve claramente que estas conclusiones cubren los efectos principales, mientras que los efectos secundarios han sido ignorados. Tampoco se han tenido en cuenta otros aspectos prácticos, como la sensibilidad al agua de los fillers. Sin embargo, se indica el papel satisfactorio del filler en la densificación y comportamiento mecánico de las mezclas.

## **Relación entre la viscosidad y la temperatura en materiales bituminosos**

---

Por G. B. Bahri. *Journal of the Indian Road Congress* (Jammagar House, Mansingh Rd., New Dehli 11, India). Volumen 29, núm. 2, págs. 213-235. Agosto 1965.

Este estudio comprende datos sobre viscosidad-temperatura de betunes asfálticos y alquitranes de variada penetración, desde las temperaturas normales de servicio hasta las temperaturas de empleo.

Se ha visto que no es aconsejable la práctica actual de establecer unos límites de temperatura de aplicación para los materiales bituminosos sin tener en cuenta el origen de los mismos. Se demuestra que la resistencia a la deformación de los pavimentos bituminosos depende de la viscosidad del aglomerante a la temperatura de servicio correspondiente. El control de la consistencia en términos de la viscosidad a 60° C debería ser el recomendado en los pliegos de condiciones.

## **Capa de imprimación bituminosa para barreras de carreteras que incluye granos coloreados de cerámica**

---

En *Materials Protection* (National Association of Corrosion Engineers, Houston, Texas, 77002). Vol. 5, núm. 4, páginas 75-76. Abril 1966.

Este sistema de imprimación se usó en 1965 en las carreteras de Indiana Toll Road, Saw Mill River Parkway de New York, Pennsylvania Turnpike, Connecticut Interstate Highway y el Ohio Turnpike. El coste inicial de este método de pintado es mayor que usando pinturas corrientes; sin embargo, estos gastos extras están compensados por su más larga vida. Se espera que la protección con la imprimación bituminosa dure quince años.

La aplicación se efectúa de la siguiente manera: la imprimación bituminosa se aplica atomizada directamente sobre las barreras y antes de que esta capa esté seca se lanzan a chorro los granulos de cerámica.

## NOVEDADES TECNICAS SOBRE INVESTIGACION DE PRODUCTOS BITUMINOSOS

por MANUEL MATEOS

### Estudios de laboratorio de aglomerados asfálticos, conteniendo fibras de asbestos, caucho y resinas epoxy

Chemical Engineering Branch, Division of Research, U. S. Bureau of Reclamation, Report ChE-48. 9 de julio de 1965. 13 páginas. (Pedidos a U. S. Government Printing Office, Washington, D. C.).

En un estudio sobre el uso de aditivos para mejorar el aglomerado asfáltico para construcciones hidráulicas se halló que las fibras finas de asbestos son un material interesante. Con las fibras de asbestos incorporadas se aumenta la resistencia a la compresión y a la tensión, la estabilidad y la resistencia a la erosión, con lo que se obtiene un aglomerado más durable y capaz de soportar mayores esfuerzos. El uso de las fibras permite también aumentar la cantidad de asfalto en 0,5 a 1,0 por 100 sin sacrificar la densidad o la estabilidad, lo que también puede contribuir a aumentar la durabilidad.

El uso de asfaltos cauchutados hizo aumentar la resistencia y más aún la flexibilidad; sin embargo, la durabilidad de estos asfaltos en obras hidráulicas puede tal vez reducirse debido a su menor resistencia a la erosión. De los asfaltos cauchutados usados, GPR y neopreno, el asfalto neopreno produjo un mejor aglomerado, basándose en la estabilidad y resistencia a la erosión.

El aglomerado de asfalto epoxy dio mejores resultados que los de asbestos o caucho en cuanto a sus propiedades físicas, excepto en flexibilidad, que fue menor que en los asfaltos cauchutados. El aglomerado de asfalto epoxy parece ser un material duradero para usarlo en construcciones hidráulicas, aunque son necesarios ensayos a largo plazo para ha-

llar su resistencia a la meteorización. Sin embargo, su alto coste, unas cinco veces el de los aglomerados ordinarios, presentará restricciones a su uso, excepto en aplicaciones muy especiales.

## Características de la superficie de la carretera y su resistencia al patinaje

Por Barbara E. Sabey. *Journal of the British Granite and Whinstone Federation* (16 Berkeley St., London W 1), Volumen 5, núm. 2, págs. 7-20, 1965.

Se discuten los factores que influyen en la resistencia al patinaje de las superficies de carreteras, tanto a grandes como a pequeñas velocidades de los vehículos. Para estas dos condiciones del tránsito se necesita una superficie con una rugosidad a escala fina; además, para carreteras de gran velocidad se necesita una textura a escala gruesa para deformar la huella del neumático. La textura gruesa permite el drenaje del agua entre el neumático y la superficie de la carretera, mientras que las asperezas son la causa principal de la fricción con el neumático. Las superficies de asfalto apisonado son más deslizantes que lo que fueran de desear para el tránsito veloz.

## Un estudio de los factores físicos que afectan la durabilidad de los pavimentos asfálticos

Por William H. Gotolski, Stanley K. Ciesielski, James M. Lucas y Joseph A. Kofalt. *Pennsylvania State University* (University Park, Pa.), Dept. of Civil Engineering, Materials Research Report, 69 págs., abril 1965.

Se inició esta investigación a finales de 1963 para estudiar los cambios en las propiedades del asfalto y mezclas asfálticas para tratar de comprender los factores que afectan la durabilidad de los pavimentos asfálticos. Los cinco pavimentos donde se hicieron los ensayos eran todos de aglomerado asfáltico colocado sobre hormigón. Se evaluó la consistencia del asfalto, estudiándose nuevos métodos para medir esta propiedad. Los datos de campo se acumularon durante la construcción y hasta diez meses después y se hicieron ensayos de recuperación Abson en las muestras obtenidas. Se determinó la penetración, ductilidad y viscosidad de los asfaltos.

De los primeros ensayos realizados en estas cinco obras parece ser que ocurre un "reblandecimiento" de los asfaltos. El reblandecimiento después del mezclado está indicado por un aumento en la penetración y ductilidad y una disminución en la viscosidad del asfalto. Se continúa la investigación para estudiar estos fenómenos.

## Informe final sobre el efecto de la temperatura de mezclado del aglomerado asfáltico

Por J. H. Schaub y P. E. Galli. *West Virginia University, Engineering Experiment Station*, dos volúmenes, 1966. Informes PB 174.016 y PB 174.017, tres dólares cada uno (pedidos a Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, Springfield, Va. 22151, E. U.).

Se realizó un amplio estudio de laboratorio con cuatro betunes de penetración 85-100 sobre las características de la viscosidad para una amplia gradación de temperaturas. También se llevó a cabo una investigación similar sobre la viscosidad de betunes asfálticos extraídos de aglomerados producidos y colocados a diversas temperaturas.

Se estudió también en laboratorio el efecto de las temperaturas de mezclado y colocación de mezclas asfálticas hechas con los cuatro betunes y tres tipos de árido. Se realizó una serie de ensayos usando un tipo de betún y un tipo de árido a distintas viscosidades de mezclado y compactación, pero con el molde donde se compactaban las probetas a 0° C al tiempo de empezar la compactación.

Se evaluó la influencia de los distintos valores de la viscosidad de mezclado y de compactación en las propiedades de las mezclas preparadas y colocadas por los procedimientos rutinarios de construcción. Se hicieron mezclas en planta a varias temperaturas para tener una escala de viscosidades de mezclado y se halló la viscosidad al tiempo de colocarlas, hallando la temperatura de la mezcla en la extendidora.

---

## Principios y práctica de las capas de rodadura bituminosas Vol. I - Riegos

---

National Association of Australian State Road Authorities (309 Castlereagh St., Sydney, New South Wales, Australia), 1965, 78 págs.

Esta publicación ha sido preparada principalmente para ser usada por ingenieros proyectistas. Se presentan las condiciones facultativas del trabajo, planta y materiales; almacenamiento de áridos, preparación de la superficie del firme y su condición, ya que esta afecta la naturaleza del tratamiento. Se indican también los trabajos de colocación de los materiales y control de obra.

---

## Importancia de los finos minerales como fillers para materiales minerales bituminosos

---

Por P. Kraemer. Bitumen Teere (Strassenban Chemie u. Technik, Verlagsgesellschaft GmbH, Pox 1508, Heidelberg 17a, Alemania), No. 16, pp. 3-12, 1965. También en Journal of Applied Chemistry, Vol. 15, No. 7, pp. II-11. Julio 1965.

Se dan detalles de la composición de diferentes mezclas minerales de betunes con una cantidad óptima de aglomerante. La estabilidad aumenta rápidamente al aumentar el contenido de filler hasta que este llega al 6 u 8 por 100 en peso; después, la estabilidad sigue creciendo, pero más lentamente. Se indica el peso volumétrico, el espacio intergranular y la deformación para mezclas hechas con fillers de caliza, gravá de río y de morrena glacial.

El filler calizo muestra el más alto peso volumétrico, el menos espacio intergranular y la mayor estabilidad. De los tres fillers usados el de la morrena es el menos satisfactorio. Se examinan los requisitos de aglomerado para distin-

tos fillers y el método para calcular la cantidad óptima de aglomerante. Al aumentar la relación filler-aglomerante, se aumenta la estabilidad Marshall. Esta relación es una buena medida de la cantidad de material necesaria.

---

## Reacciones pirolíticas de materiales asfálticos

---

Por Mario Ariet y Herbert E. Schweyer. *Industrial & Engineering Chemistry, Products Research and Development* (1155 16th St. N. W., Washington, D. C. 20036, E. U.), Vol. 4, No. 3, pp. 215-220. Septiembre 1965.

Se investigaron las reacciones pirolíticas de asfaltos de petróleo, asfaltos refinados al aire y de fracciones separadas del asfalto para hallar diferencias en su reactividad y composición. Se usaron dos métodos de pirolisis: en uno se calentaba un filamento de platino a 200° C después de depositar la muestra sobre él; el otro consistía en un reactor de tubo cerrado calentado exteriormente. Los productos de la pirolisis se separaron en un cromatógrafo de gas programado para operar entre 75 y 200° C.

Se observaron las diferencias cualitativas en la cantidad de los productos de pirolisis y las cantidades relativas de los compuestos químicos producidos. Algunas de las especies químicas en los pirogramas han sido identificadas por sus tiempos de retención. Estos incluyen las parafinas y olefinas que tienen entre 7 y 14 átomos de carbono. Las fracciones de asfalto estructuralmente diferentes produjeron diferentes cantidades de residuo no pirolizado, aunque sus pirogramas correspondientes tenían un aspecto general similar.

---

## Fatiga de materiales bituminosos en pavimentos flexibles

---

Por Peter S. Pell. *Proceedings Institution of Civil Engineers* (Great George Street, London S W 1), Vol. 31, Paper 6854, pp. 283-312. Julio 1965.

El agrietamiento de las capas superficiales de los pavimentos bituminosos, debido a la fatiga, es uno de los aspectos de los pavimentos flexibles que se han empezado a considerar con interés, especialmente después de los resultados del ensayo de carreteras AASHO. El indudable éxito de las capas de base de aglomerado ha forzado la investigación para hallar métodos racionales de cálculo que tengan en cuenta las propiedades estructurales de las distintas capas del firme.

Esta investigación se realizó con el propósito de hallar información sobre los efectos de la fatiga y comportamiento de los materiales bituminosos y considerar sus efectos en la duración y cálculo de los pavimentos flexibles.

Se hace una revisión de la reducida investigación que fue hecha con anterioridad en dicho campo y se incluyen los resultados de ensayos que pretenden reproducir las condiciones existentes en la carretera, así como aquellas que son de una naturaleza más fundamental. Se consideran las fuerzas y esfuerzos que ocurren en la estructura del firme y bajo cargas dinámicas, y se aplican soluciones teóricas para investigar el efecto de factores como la variación en el espesor y las distintas rigideces. Finalmente se aplican los resultados de la investigación al posible comportamiento de los pavimentos bituminosos y se dan sugerencias para calcular los pavimentos de manera a evitar las grietas debidas a la fatiga del aglomerado.

---

## NOVEDADES SOBRE INVESTIGACION DE PRODUCTOS BITUMINOSOS

por *MANUEL MATEOS*

---

### Los herbicidas solubles en crudos se pueden también aplicar con asfaltos

---

Texas Transportation Researcher (Texas Transportation Institute, Texas A & M University, College Station, Texas 77.843, E. U.), Vol 2, No 1, p 7, enero 1966. Los herbicidas se aplicaron sobre áreas de ensayo que fueron después cubiertas con capas muy delgadas de asfalto, descubiertas enteramente o regadas con herbicidas mezcladas con asfalto antes de ser aplicadas. Los resultados indican que algunos de los herbicidas fueron más eficaces cuando se emplearon mezclados con asfalto.

---

### Los éxitos de nitrógeno mejoran el asfalto

---

Se llevó a cabo una investigación para hallar los efectos de la inyección de varios óxidos de nitrógeno durante el proceso de refinado al aire del asfalto. Se inyectaron con el aire, nitrógeno, óxido nítrico, óxido nitroso, dióxido de nitrógeno y una mezcla de óxido nítrico y oxígeno. Los resultados indican que el tratamiento con dióxido de nitrógeno y con óxido nítrico más oxígeno da lugar a una producción más rápida de asfalto que con el método convencional de refinado al aire. Los asfaltos producidos son más estables a la foto-oxidación y a la rotura de las películas de asfalto que los asfaltos comerciales ordinarios producidos a partir del mismo material básico.

## **Aglomerados asfálticos de colores claros**

---

Se describen dos experimentos llevados a cabo por el Road Research Laboratory, y se presenta una discusión sobre capas de rodadura de colores claros. El método más sencillo de tener un color claro en una capa de rodadura hecha con materiales bituminosos es incorporar áridos de color blanco en la superficie o capa superficial.

## **Efectos de las bacterias y hongos en el asfalto**

---

Es una monografía sobre los efectos de las bacterias y hongos en el asfalto. Se discute la resistencia de varios tipos de asfalto al ataque de los microbios. Los tipos de asfalto analizados son betunes, fluidificados, emulsiones y mastics. Los tratamientos antibacteriales en uso son también discutidos.

Se establecen las siguientes conclusiones: no hay casos en que se haya informado documentadamente que el ataque de microorganismos haya causado la destrucción de construcciones hechas con asfalto. A lo sumo, los microorganismos pueden haber contribuido a causar un principio de destrucción de poca importancia en algunas regiones donde existan condiciones óptimas para su desarrollo. Los microbios capaces de atacar a los hidrocarburos, incluido el asfalto, se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza. Un buen diseño y unas buenas prácticas de construcción reducirán grandemente los casos de ataque microbio en todos los usos de los materiales asfálticos.

## **Estabilización bituminosa de suelos arenosos**

---

Este es otro de los numerosos trabajos existentes sobre la estabilización de arena con productos bituminosos. En este caso se estudió una arena de los desiertos de la India, por ser el suelo que se encuentra con abundancia en estas regiones. Es parte de una investigación que se está llevando a cabo por el Instituto Central de Investigaciones de Carreteras, habiéndose trabajado con estas arenas durante los últimos nueve años. Las conclusiones a que han llegado son en términos generales las siguientes: la arena mezclada con asfalto, bien sola o con los nódulos carbonato-silíceos que se encuentran en algunas regiones desérticas, es un buen material de construcción; debido a la aridez de los desiertos donde se encuentra esta arena, la estabilidad húmeda no es un problema; la arena-asfalto, en capas de espesor adecuado, puede ser utilizada como capa intermedia para prevenir la rotura de los nódulos cuando estos se emplean en la base de los pavimentos.

## **La mejora de arenas y gravas para ser empleadas en asfaltos**

---

El propósito de esta investigación fue la evaluación de varios agentes activantes para mejorar la adhesividad entre los materiales bituminosos y gravas y arenas de cuarzos locales. Este es tan sólo un estudio preliminar, y en él se

ha hallado que teóricamente las aminas investigadas se deterioran con el tiempo bajo condiciones naturales, por lo que no resuelven de una manera permanente el problema de la mejora de la adhesividad entre el asfalto y las piedras cuarcíticas. Sin embargo, consideraciones teóricas permiten entrever los fluorocarburos como buenos agentes activantes. Los varios tipos de cuarzo dan resultados muy similares, lo que permitirá continuar el estudio usando solamente una clase de piedra cuarcítica.

## Duración del mezclado en aglomerados asfálticos

El departamento de Obras Públicas del estado de Nueva York encargó este trabajo a la Universidad de Cornell para determinar si la duración del mezclado establecida por los pliegos de condiciones en 60 segundos se podría disminuir sin afectar la calidad de las mezclas. Si se pudiera disminuir la duración del mezclado, se podría aumentar la producción de las plantas asfálticas y por lo tanto reducir los costes.

Las especificaciones anteriores a este estudio requerían un mezclado en seco de los áridos de 15 segundos, seguido de 45 segundos de mezclado con los materiales bituminosos o mezclado "húmedo". Dichas especificaciones han sido modificadas en virtud de estos estudios, requiriendo ahora que los áridos para bases se mezclen únicamente el tiempo estricto que dure su carga en la tolva mezcladora; este mezclado en seco durará en las capas de rodadura e intermedias un mínimo de 10 segundos o bien el tiempo que dure la carga, siempre que este sea mayor de dichos 10 segundos. El mezclado "húmedo" de los materiales para bases se establece ahora que debe durar hasta que el 90 por 100 del árido grueso esté cubierto, y nunca menos de 10 segundos; para las capas de rodadura e intermedias, el mezclado "húmedo" se debe efectuar hasta que el 95 por 100 del árido grueso esté cubierto, y nunca menos de 10 segundos. En ningún caso los ciclos de mezclado serán tan cortos que sobrepasen en producción a la capacidad máxima de operación de la planta.

## Symposium Atlantic-City

En septiembre del próximo año se celebrará en Atlantic City un Symposium sobre "Nuevos Usos del Asfalto".

El "chairman", el presidente del mismo, será mister E. W. Martens, buen amigo de España, quien en sus frecuentes viajes a nuestro país, y en su calidad de especialista en asfaltos, ha tenido ocasiones frecuentes para exponer y discutir los problemas de asfaltos y, especialmente, de emulsiones siempre a un alto nivel técnico sólidamente reflejado en las numerosas publicaciones que ha escrito sobre esta especialidad.

Mister Mertens, a través de nuestro buen amigo y colaborador J. García Estrada, director para España del Instituto del Asfalto, nos ofrece el podio de este symposium para que la opinión de la técnica española esté allí presente.

Volveremos sobre este tema, y valga este primer anuncio para despertar desde ahora el deseo de atender este gentil ofrecimiento para colaborar en la tarea universal de señalar los usos nuevos que día a día podemos encontrar para el asfalto.