

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

**METODOLOGIA PARA LA  
CARACTERIZACION DE LIGANTES  
ASFALTICOS MEDIANTE EL EMPLEO  
DEL ENSAYO CANTABRO**

Autor: Jorge-Rodrigo Miro Recasens  
Director: Felix Edmundo Perez Jimenez

Barcelona, marzo de 1994

## BIBLIOGRAFIA

- [1] ANDERSON, D. A.; DONGRE, R. N. (1993): "Development of the SHRP direct tension test for bitumens". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 250-255. Stockholm.
- [2] ANDERSON, D. A.; DUKATZ, E. L. (1980): "Asphalt properties and composition: 1950-1980". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 49, pp. 1-29. Louisville, Kentucky.
- [3] ANDERSON, D. A.; GOETZ, W. H. (1973): "Mechanical behaviour and reinforcement of mineral filler-asphalt mixtures". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 42, pp. 37-66. Houston, Texas.
- [4] ANDERSON, D. A.; WILEY, M. L. (1976): "Force Ductility: an asphalt performance indicator". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 45, pp. 25-41. New Orleans, Louisiana.
- [5] APICELLA, A.; CALIENDO, C.; FESTA, B.; GIANNATASIO, P. (1990): "Influence of polymer modifications on the viscoelastic behaviour of bitumens and on mechanical properties of bituminous mixes: evaluation tests". Mechanical test for bituminous mixes. Characterization, design and quality control. Proceedings of the Fourth International RILEM Symposium, pp. 57-67. Chapman and Hall. London.
- [6] ARREDONDO, F. (1972): "Materiales bituminosos". Instituto Eduardo Torroja de la construcción y del cemento. Madrid.
- [7] BAILLIE, M. y col. (1993): "Pouvoir prédictif de l'essai RTFOT". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 36-40. Stockholm.

- [8] BALAGUER, E.; ELVIRA, J. L.; FERNANDEZ DEL CAMPO, J. A. (1979): "Firmes de carreteras". Tomos I y II. Servicio de Publicaciones E.T.S.I.C.C.P. Madrid.
- [9] BARDESI, A. (1990): "Ligantes modificados y mezclas especiales". I Symposium Nacional de Firmes Flexibles, pp. 143-157. Asociación Española de la Carretera. Valladolid.
- [10] BAUTISTA, L. F.; RUBIO, B. (1991): "Fraccionamiento de betunes asfálticos mediante cromatografía en capa fina (TLC-FID)". Carreteras. Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera, nº 51, pp. 21-32. Madrid.
- [11] BELL, C.A. (1989): "Aging of asphalt-aggregate systems". Strategic Highway Research Program (SHRP). Oregon State University. Corvallis.
- [12] BLOMBERG, T.; HÄKKINEN, M. R.; SCHÜLLER, S. (1989): "Laboratory investigations of bitumen ageing properties". 4th Eurobitume Symposium, paper I.58, pp. 318-323. Madrid.
- [13] BOCCI, M.; COLAGRANDE, S. (1993): "The adhesiveness of modified road bitumens". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 317-321. Stockholm.
- [14] BONNAURE, F.; GEST, G.; GRAVOIS, A.; UGE, P. (1977): "A new method of predicting the stiffness of asphalt paving mixtures". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 46, pp. 64-104. San Antonio, Texas.
- [15] BONONI, A.; SUCH, C.; DAUZATS, M.; RAMPAL, A. (1989): "Susceptibilité au vieillissement des bitumes. Caracterisation en laboratoire et sur chantier expérimental. Prevision de fissuration thermique due au vieillissement du liant". 4th Eurobitume Symposium, paper I.35, pp. 190-194. Madrid.

- [16] BREUKER, J. H.; HARRISON, T. (1993): "Quality of paving-grade bitumen. Definition on the basis of rheology and Qualagon targets". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 166-170. Stockholm.
- [17] CALZADA PEREZ, M. A. (1984): "Desarrollo y normalización del ensayo de pérdida por desgaste aplicado a la caracterización, dosificación y control de mezclas bituminosas de granulometría abierta". Tesis doctoral. E.T.S.I.C.C.P. Universidad de Santander.
- [18] CARDILLO, P.; MASCHERPA, A.; VECCHI, C. (1993): "Thermal behaviour and structural molecular changes of oxidized Visbreaker bitumens". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 124-127. Stockholm.
- [19] CHIPPERFIELD, E. H; WELCH, T. R. (1967): "Studies on the relationships between the properties of road bitumens and their service performance". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 36, pp. 421-488. Denver, Colorado.
- [20] CHOQUET, F. (1989): "L'évolution des liants bitumineux dans les revêtements en service". 4th Eurobitume Symposium, paper I.2, pp. 30-34. Madrid.
- [21] CHOQUET, F.; VERHASSELT, A. (1993): "La mesure objective de l'adhésion bitume-granat. Test de désenrobage à l'eau bouillante". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 267-270. Stockholm.
- [22] Circular nº 293/86 T (1986): "Ligantes bituminosos". MOPU. Dirección General de Carreteras. Madrid.
- [23] CLAUDY, P.; KING, G. N.; LETOFFE, J. M.; PLANCHE, J. P. (1989): "Etude de l'oxydabilité des bitumes par analyse thermogravimétrique (ATG)". 4th Eurobitume Symposium, paper I.17, pp. 105-109. Madrid.

- [24] CLAUDY, P.; LETOFFE, J. M.; GERMANAUD, L.; PLANCHE, J. P.; KING, G. N. (1993): "Using thermoanalytical methods to characterize bitumen structure". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp.61-65. Stockholm.
- [25] COONS, R. F.; WRIGHT, P. H. (1968): "An investigation of the hardening of asphalt recovered from pavements of various ages". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 37, pp. 510-528. Atlanta, Georgia.
- [26] CORBETT, L. W.; SCHWEYER, H. E. (1981): "Composition and rheology considerations in age hardening of bitumen". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 50, pp. 571-582. San Diego, California.
- [27] CRAUS, J.; ISHAI, I.; SIDES, A. (1981): "Durability of bituminous paving mixtures as related to filler type and properties". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 50, pp. 291-318. San Diego, California.
- [28] CUPO-PAGANO, M.; D'ANDREA, A.; RANCHINO, A. (1993): "A research on modification of bituminous binders rheological characteristics through RTFOT". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 128-132. Stockholm.
- [29] DE BATS, F. TH.; VAN GOOSWILLIGEN, G. (1989): "Practical rheological characterization of paving grade bitumens". 4th Eurobitume Symposium, paper I.56, pp. 304-310. Madrid.
- [30] DE BENITO, J. L.; GOMEZ, A.; RUBIO, B. (1990): "Estudio de los ligantes modificados con polímeros comercializados en España para su empleo en carreteras". Ingeniería Civil, nº 74, pp. 25-33. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Madrid.

- [31] DE FERRARIIS, L.; GALLINO, G.; ITALIA, P.; MANCINI, G.; REBESCO, E. (1993): "Rheological characteristics of polymer modified bitumens". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 133-137. Stockholm.
- [32] DiBENEDETTO, A. T. (1973): "Conceptos generales de adhesión". Boletín de Información del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, nº 95, pp. 74-90. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Madrid.
- [33] "Diccionario Técnico Vial de la AIPCR". Asociación Técnica de Carreteras. Comité Español de la AIPCR. Madrid (1991).
- [34] DOBSON, G. R. (1993): "Rheological models for bitumens and asphalts". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 240-244. Stockholm.
- [35] DOHR, G.; PIBER, H. (1993): "Mineral fiber for the modification of asphalt". 5th Eurobitume Congress. Volume IB, pp. 493-496. Stockholm.
- [36] DONY, A.; TURMEL, C. (1992): "Bitumes polymères. Les tests conventionnels sont-ils pertinents?". Revue Générale des Routes et des Aéroports, nº 699, pp. 76-79. París.
- [37] DONY, A.; TURMEL, C. (1993): "Bitumes-polymères: adaptons nos tests aux techniques d'aujourd'hui". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 66-70. Stockholm.
- [38] DORMAN, G. M.; VISSER, W. (1968): "The engineering properties of bitumen, their measurement, expression and application in practice". International Symposium RILEM, Ib/C, pp. 1-15. Dresden.
- [39] DURIEZ, M.; ARRAMBIDE, J. (1962): "Nouveau traité de matériaux de construction. Liants et bétons hydrocarbonés". Volume III. Dunod. París.

- [40] DURRIEU, F.; DONY, A. (1990): "Influence de la nature du bitume sur les propriétés et la stabilité des liants bitumères". Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, n° 168, pp. 57-64. París.
- [41] EDLER, A. C.; HATTINGH, M. M.; SERVAS, V. P.; MARAIS, C. P. (1985): "Use of aging tests to determine the efficacy of hydrated lime additions to asphalt in retarding its oxidative hardening". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 54, pp. 118-139. San Antonio, Texas.
- [42] EDWARDS, J. M. (1973): "Bitumen specification and quality". Conference on Road Engineering in Asia and Australasia. Kuala Lumpur.
- [43] EISENMANN, J.; LEMPE, U.; LEYKAUF, G. (1989): "Effect of polymer modified bitumen on rutting and cold cracking behaviour". 4th Eurobitume Symposium, paper II.7, pp. 367-372. Madrid.
- [44] ELVIRA, J. L. (1976): "Aditivos que mejoran el comportamiento reológico de los ligantes. Mezclas bituminosas altamente resistentes a la deformación plástica". ALEMAS. Revista española de alquitranes, emulsiones, asfaltos e impermeabilizantes, n° 99, pp. 27-44. Madrid.
- [45] ESCARIO, J. L.; ESCARIO, V.; BALAGUER, E. (1976): "Caminos". Tomos I y II. Dossat. Madrid.
- [46] "Essais de matériaux routiers". Comité Technique des essais de matériaux routiers. XIX Congrès Mondial de la Route. Association Internationale Permanente des Congrès de la Route, AIPCR. Marrakech (1991).

- [47] "Essais sur les matériaux bitumineux". Comité Technique des essais de matériaux routiers. XVIII Congrès Mondial de la Route. Association Internationale Permanente des Congrès de la Route, AIPCR. Bruxelles (1987).
- [48] "Evolution prévisible des liants hydrocarbonés". Comité Technique des routes souples. XVII Congrès Mondial de la Route. Association Internationale Permanente des Congrès de la Route, AIPCR. Sydney (1983).
- [49] FERNANDEZ CANOVAS, M. (1990): "Materiales bituminosos". Servicio de Publicaciones Revista Obras Públicas. E.T.S.I.C.C.P. Madrid.
- [50] FERNANDEZ DEL CAMPO, J. A. (1983): "Pavimentos bituminosos en frío". Editores Técnicos Asociados. Barcelona.
- [51] FERNANDEZ DEL CAMPO, J. A.; POTTI, J. J. (1991): "Influencia del ligante y los polímeros en los betunes modificados". Reunión Técnica sobre Ligantes Modificados y Mezclas Especiales. Probisa. Toledo.
- [52] FORD, M. C.; MANKE, P. G.; O'BANNON, C. E. (1974): "Quantitative evaluation of stripping by the Surface Reaction Test". Transportation Research Record 515, pp. 40-54. Transportation Research Board. Washington, D. C.
- [53] GIORGETTI, J. P.; SIMONCELLI, J. P. (1990): "Qualagon: l'approche Shell pour une meilleure appréciation du comportement des bitumes routiers". Revue Générale des Routes et des Aéroports, n° 670, pp. 69-77. París.
- [54] GOMEZ, A.; DE BENITO, J. L.; RUBIO, B. (1990): "Determinación del tipo y contenido de polímero en un ligante modificado mediante espectroscopía infrarroja y cromatografía de exclusión molecular". Ingeniería Civil, n° 76, pp. 13-38. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Madrid.

- [55] GONZALEZ ESCODA, J. M. (1993): "Betunes. Estado actual de la normativa europea del CEN TC19/SC1/WG1". Carreteras. Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera, nº 65, pp. 13-16. Madrid.
- [56] GONZALEZ, J. M.; TORRES, J.; PERALTA, X. (1993): "Correlation between the properties of the bitumens after TFOT and RTFOT". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 200-202. Stockholm.
- [57] GOODRICH, J. L.; GOODRICH, J. E.; KARI, W. J. (1986): "Asphalt composition test: their application and relation to field performance". Transportation Research Record 1096, pp. 146-167. Transportation Research Board. Washington, D. C.
- [58] HALSTEAD, W. J. (1985): "Relation of asphalt chemistry to physical properties and specifications". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 54, pp. 91-117. San Antonio, Texas.
- [59] HEUKELOM, W. J. (1965): "The role of the filler in bituminous mixes". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 34, pp. 396-429.
- [60] HEUKELOM, W. J. (1973): "An improved method of characterizing asphaltic bitumens with the aid of their mechanical properties". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 42, pp. 67-98. Houston, Texas.
- [61] HÖBEDA, P. (1993): "Laboratory testing of aging and moisture susceptibility properties of bituminous mix". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 358-363. Stockholm.
- [62] HOIBERG, A. J. (1964, 65 y 66): "Bituminous materials: asphalts, tars and pitches". Volumes I, II and III. John Wiley and sons. New York.

- [63] HUSCHEK, S.; ANGST, CH. (1980): "Mechanical properties of filler-bitumen mixes at high and low service temperatures". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 49, pp. 440-475. Louisville, Kentucky.
- [64] ISHAI, I; CRAUS, J. (1977): "Effect the filler on aggregate-bitumen adhesion properties in bituminous mixtures". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 46, pp. 228-259. San Antonio, Texas.
- [65] ISHAI, I; CRAUS, J. (1978): "Effect of the filler in bituminous paving mixtures". Coll. Int. Materiaux granulaires, 1, pp. 161-174.
- [66] JAMIESON, I. L.; MOULTHROP, J. S.; JONES, D. R. (1993): "SHRP results on binder-aggregate adhesion and resistance to stripping". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 307-311. Stockholm.
- [67] JEUFFROY, G. (1977): "Proyecto y construcción de carreteras". Tomos I y II. Editores Técnicos Asociados. Barcelona.
- [68] JÖRGENSEN, T. (1993): "Rheological testing of binders with a controlled stress rheometer". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 171-174. Stockholm.
- [69] "Jornada sobre el control de calidad de los productos asfálticos". Dirección General de Carreteras, CEDEX y ESPAS. Madrid (1991).
- [70] JOVANOVIC, J. A.; DJONLAGIC, J.; DUNJIC, B. (1993): "A rheological study of behavior of polymer bitumen blends". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 256-262. Stockholm.

- [71] KEMP, G. R. (1973): "Asphalt durability tests and their relationship to field hardening". Special Technical Publication 532, pp. 79-99. American Society for Testing Materials (ASTM).
- [72] KHALID, H.; DAVIES, E. (1993): "A dynamic approach to predict the performance of conventional and polymer modified binders and mixes containing them". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp.245-249. Stockholm.
- [73] KHALID, H.; FIENKENG, M. N. (1993): "Factors affecting early life stability of surface dressings with polymer modified binders". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 370-374. Stockholm.
- [74] KING, G. N.; KING, H. W.; CHAVEROT, P.; PLANCHE, J. P.; HARDERS, O. (1993): "Using european Wheel-tracking and restrained tensile tests to validate SHRP performance-graded binder specifications for polymer modified asphalts". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 51-55. Stockholm.
- [75] KING, G. N.; MUNCY, H. W.; PRUDHOME, J. B. (1985): "The improved rheological properties of polymer modified asphalts. Annual Meeting ASTM. Nashville, Tennessee.
- [76] KRAEMER, C.; DEL VAL, M. A. (1993): "Firmes y pavimentos". Servicio de Publicaciones Colegio Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Escuelas. Madrid.
- [77] KREBS, R. D.; WALKER, R. D. (1971): "Highway materials". MacGraw-Hill. New York.

- [78] KROM, C. J.; DORMON, G. M. (1963): "Performance requirements for road bitumens and their expression in specifications". Sixth World Petroleum Congress. Frankfurt.
- [79] LAMOTTE, M. (1968): "Contribution a l'étude des liants hydrocarbonés". International Symposium RILEM, Ia/C, pp. 230-246. Dresden.
- [80] LEE, D. Y. (1973): "Asphalt durability correlation in Iowa". Highway Research Record 468, pp. 43-60. Highway Research Board. Washington, D. C.
- [81] "Liants modifiés et matériaux bitumineux a liants modifiés". Comité Technique des routes souples. XIX Congrès Mondial de la Route. Association Internationale Permanente des Congrès de la Route, AIPCR. Marrakech (1991).
- [82] LOPEZ, E.; PRUDHOMME, J. B. (1985): "La chute de bille: un essai simple permettant le contrôle de la reologie des bitumes-polymères". 3th Eurobitume Symposium. La Haye.
- [83] LUND, J. W.; WILSON, J. E. (1984): "Evaluation of asphalt aging in hot mix plants". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 53, pp. 1-18. Scottsdale, Arizona.
- [84] MARTI, J.; GONZALEZ, J. M.; TORRES, J. (1984): "Ligantes bituminosos. Nuevos tipos de ligantes". Jornadas Nacionales sobre Firmes Flexibles, pp. 36-75. Asociación Española de la Carretera. Barcelona.
- [85] MARVILLET, J.; VERSCHAVE, A. (1981): "Cohésion: critere d'appréciation des liants pour enduits?". Eurobitume Symposium 1981, paper 1.11, pp. 124-127. Cannes.
- [86] MARVILLET, J.; VERSCHAVE, A. (1981): "Contribution a l'étude de l'évolution des bitumes a l'enrobage". Eurobitume Symposium 1981, paper 1.10, pp. 120-123. Cannes.

- [87] MOLENAAR, J. M. M.; WESTERA, G. E. (1993): "An exploraty investigation into the performance-related specification of asphalt". 5th Eurobitume Congress. Volume IB, pp. 641-646. Stockholm.
- [88] MUÑOZ, J. M. (1976): "El fíller en las mezclas bituminosas. Propiedades y ensayos de caracterización". ALEMAS. Revista española de alquitranes, emulsiones, asfaltos e impermeabilizantes, nº 94, pp. 45-54. Madrid.
- [89] Normas NLT "Ensayos de carreteras". Tomos 1 y 2. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Centro de Estudios de Carreteras. Madrid (1985 y 89).
- [90] Norme internationale ISO 3534 (1977): "Statistique. Vocabulaire et symboles".
- [91] Norme internationale ISO 5725 (1986): "Fidélité des méthodes d'essai. Détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode d'essai normalisée par essais interlaboratoires".
- [92] O'FLAHERTY, C. A. (1988): "Highways. Highway engineering". Volume 2. Edward Arnold. London.
- [93] OLIVARES, J. M. (1976): "Ligantes bituminosos. Betunes de penetración. Betunes fluidificados. Emulsiones. Ensayos de caracterización". ALEMAS. Revista española de alquitranes, emulsiones, asfaltos e impermeabilizantes, nº 95, pp. 5-20. Madrid.
- [94] OLIVARES, J. M. (1986): "Ligantes tradicionales y modificados". Jornadas Nacionales de Firmes Flexibles, pp. 67-94. Asociación Española de la Carretera. Asociación Técnica Española del Asfalto. Asociación Técnica de Carreteras. Oviedo.

- [95] Orden Ministerial de 21 de Enero de 1988 (BOE de 3 de Febrero de 1988, nº 29), posteriormente modificada por la Orden Ministerial de 8 de Mayo de 1989 (BOE de 18 de Mayo de 1989, nº 118), en la que se revisan los artículos 210, 211, 212, 213 y 214 del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75), relativos a ligantes hidrocarbonados.
- [96] ORTEGA, J. J. (1955): "Contribución al estudio reológico de los betunes asfálticos". Monografía nº 86 del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de Construcción. Madrid.
- [97] ORTEGA, J. J.; BLANCO, M.; CUEVAS, A. (1982): "Idoneidad de los actuales métodos de ensayo para evaluar las características de los ligantes bituminosos". Cuadernos de Investigación, C3. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Madrid.
- [98] PERDEREAU, P.; LE DUFF, M. (1989): "Mesure de la cohésion d'un liant hydrocarboné: le cohésivimètre Viafrance". 4th Eurobitume Symposium, paper I.29, pp. 162-165. Madrid.
- [99] PEREZ GONZALEZ, F. (1993): "Estudio de la fisuración no estructural de los pavimentos de mezcla bituminosa". Tesis Doctoral. E.T.S.I.C.C.P. Universidad Politécnica de Madrid.
- [100] PEREZ JIMENEZ, F. E. (1977): "Estudio de la influencia de los factores ambientales en el dimensionamiento de firmes flexibles". Tesis Doctoral. E.T.S.I.C.C.P. Universidad Politécnica de Madrid.
- [101] PEREZ JIMENEZ, F. E. (1980): "Estudio de la dosificación, características y comportamiento de las mezclas bituminosas porosas para capas de rodadura drenantes". E.T.S.I.C.C.P. Universidad de Santander.

- [102] PEREZ JIMENEZ, F. E.; KRAEMER, C.; LACLETA, A. (1981): "Enrobés drainants. Etude de leurs caractéristiques en laboratoire et construction des premiers tronçons d'essai espagnols". Eurobitume Symposium 1981, paper 3.3, pp. 270-274. Cannes.
- [103] PEREZ JIMENEZ, F. (1986): "Una aportación al estudio de la adhesividad árido-ligante bituminoso". Trabajo de investigación. E.T.S.I.C.C.P. Barcelona.
- [104] PEREZ JIMENEZ, F. (1987): "Aportación española al estudio y desarrollo de las capas de rodadura drenantes. Repercusiones de este estudio". Trabajo presentado al Prix de la Belgique 1987. XVIII Congreso Mundial de la Carretera.
- [105] PEREZ JIMENEZ, F.; MIRO, R. (1993): "Characterization procedure of asphalt binders with the Cántabro test. U.C.L. Method". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 209-213. Stockholm.
- [106] PEREZ JIMENEZ, F.; MIRO, R.; CANCER, J. M.; ALBA, A.; SAINTON, A. (1992): "Mejoras obtenidas en el comportamiento de las mezclas porosas mediante la incorporación de fibras acrílicas". I Congreso Nacional de Firmes. Capas de Rodadura Bituminosas, pp. 265-278. Asociación Técnica de Carreteras. Valladolid.
- [107] PEREZ JIMENEZ, F.; MIRO, R.; CANCER, J. M.; SAINTON, A.; ALBA, A. (1993): "Uso de fibras sintéticas en la construcción de carreteras". XII Congreso Mundial IRF. Tomo II, pp. 863-870. Asociación Española de la Carretera. Madrid.
- [108] PERONI, G.; LANUCARA, R.; PALLOTTA, S.; LEGNANI, G. (1993): "A novel test method to asses the behaviour of bitumen and related binders under constant stress". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 119-123. Stockholm.

- [109] PETERSEN, J. C. (1989): "A thin film accelerated aging test for evaluating asphalt oxidative aging". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 58, pp. 220-237. Nashville, Tennessee.
- [110] PFEIFFER, J. PH. (1950): "The properties of asphaltic bitumen". Elsevier Publishing Co. Inc. Amsterdam.
- [111] Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3 (1975). MOPU. Dirección General de Carreteras. Madrid.
- [112] POTSCHKA, V.; SCHMIDT, H. (1993): "Fatigue life of polymer modified bitumen". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 103-105. Stockholm.
- [113] POTTI, J. J. (1992): "Ligantes sintéticos". XIX Semana de la Carretera, pp. 751-766. Asociación Española de la Carretera. Toledo.
- [114] RAMOND, G.; PASTOR, M. (1981): "Relations entre adhésion, cohésion et module complexe des bitumes". Eurobitume Symposium 1981, paper 1.8, pp. 111-113. Cannes.
- [115] RAMOND, G.; PASTOR, M.; SUCH, C. (1993): "Recherche des performances d'un liant à partir de son module complexe". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 81-85. Stockholm.
- [116] "Recomendaciones sobre especificaciones y normalización de productos bituminosos para su empleo en carreteras y aeropuertos". Sindicato Nacional de Industrias Químicas. Agrupación Nacional ALEMAS. Madrid (1975).
- [117] RIGDEN, P. J. (1947): "The use of fillers in bituminous road surfacings. A study of filler-binder systems in relation to filler characteristics". Journal of the Society of Chemical Industry, n° 66, pp. 299-309.

- [118] RUBIO, B. (1976): "Modificación de los ligantes bituminosos con polímeros". ALEMAS. Revista española de alquitranes, emulsiones, asfaltos e impermeabilizantes, nº 100, pp. 45-53. Madrid.
- [119] RUBIO, B. (1992): "Caracterización en laboratorio de los betunes modificados con polímeros". XIX Semana de la Carretera, pp. 327-356. Asociación Española de la Carretera. Toledo.
- [120] RUBIO, B.; DO PINO, F. (1990): "Caracterización en laboratorio de los betunes modificados con polímeros". Ingeniería Civil, nº 73, pp. 13-24. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Madrid.
- [121] RUBIO, B.; OLIVARES, J. (1988): "Comportamiento de los betunes modificados con polímeros mediante ensayos convencionales de consistencia". Ingeniería Civil, nº 68, pp. 31-44. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Madrid.
- [122] RUIZ, A. (1992): "Betunes modificados. Tipos y aplicaciones". XIX Semana de la Carretera, pp. 307-325. Asociación Española de la Carretera. Toledo.
- [123] RUIZ, A.; SANCHEZ, B.; GOMEZ, A. (1993): "La experiencia con los ligantes modificados en España". XII Congreso Mundial IRF. Tomo II, pp. 881-890. Asociación Española de la Carretera. Madrid.
- [124] SANCHEZ CABA, J. (1992): "Normativa española y europea sobre betunes modificados con polímeros". XIX Semana de la Carretera, pp. 357-398. Asociación Española de la Carretera. Toledo.
- [125] SANCHEZ CABA, J. (1993): "Betunes modificados con polímeros. Estado actual de la normativa europea del CEN TC19/WG4". Carreteras. Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera, nº 65, pp. 24-36. Madrid.

- [126] SANTAGATA, E.; MONTEPARA, A. (1993): "An NMR based method for the chemical characterization and rheological selection of modified bitumens". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 143-147. Stockholm.
- [127] SCHMALZ, M.; LETSCH, R.; PLANNERER, M. (1990): "Investigation on high and low temperature behaviour of asphalt by static and dynamic creep tests". Mechanical test for bituminous mixes. Characterization, design and quality control. Proceedings of the Fourth International RILEM Symposium, pp. 281-289. Chapman and Hall. London.
- [128] SCHMIDT, R. J.; SANTUCCI, L. E. (1969): "The effect of asphalt properties on the fatigue cracking of asphalt concrete on the Zaca-Wigmore test project". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 38, pp. 39-64.
- [129] SCOTT, J. A. N. (1978): "Adhesion and disbonding mechanisms of asphalt used in highway construction and maintenance". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 47, pp. 19-48. Lake Buena Vista, Florida.
- [130] SORIANO, J. (1991): "Incidencia de la tipología de mástic filler-betún en el comportamiento reológico de las mezclas bituminosas". Jornadas sobre mezclas bituminosas especiales, pp. 50-82. Oviedo.
- [131] SRIVASTAS, A.; BAUMGARDNER, G. L. (1993): "Polymer modified bitumen and related properties". XII Congreso Mundial IRF. Tomo II, pp. 553-568. Asociación Española de la Carretera. Madrid.
- [132] SUAREZ, L. (1990): "Ligantes modificados y mezclas especiales". I Symposium Nacional de Firms Flexibles, pp. 187-209. Asociación Española de la Carretera. Valladolid.

- [133] TAILLE, B.; MULLER, J. M. (1981): "Rheologie des liants". Eurobitume Symposium 1981, paper 1.12, pp. 128-132. Cannes.
- [134] TALLAFIGO, M. F. (1991): "La composición química de los betunes". Carreteras. Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera, nº 51, pp. 6-18. Madrid.
- [135] TALLAFIGO, M. F. (1993): "Comparison between oxidation changes obtained in laboratory with the methods Thin-Film Oven Test and thermal stressing in a rotating flask". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 220-223. Stockholm.
- [136] TALLAFIGO, M. F. (1993): "Evolution of chemical composition of bitumen during oxidation in laboratory with the Thin-Film Oven Test method". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 214-219. Stockholm.
- [137] TAYLOR, M. A.; KHOSLA, N. P. (1983): "Stripping of asphalt pavements: state of the art". Transportation Research Record 911, pp. 150-158. Transportation Research Board. Washington, D. C.
- [138] THE REFINED BITUMEN ASSOCIATION Ltd. (1989): "Towards a European Bitumen Specification". 4th Eurobitume Symposium, paper I.38, pp. 205-211. Madrid.
- [139] TOTH, S. (1993): "Rheological investigation of bitumens with sliding plate viscosimeter". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 106-113. Stockholm.
- [140] TRAXLER, R. N. (1962): "El asfalto. Su composición, propiedades y usos". Compañía Editorial Continental, S.A. Méjico, D. C.

- [141] TSOHOS, G. H.; NIKOLAIDES, A. F. (1989): "The mechanical behaviour of filler/bitumen mixtures in sub-zero temperatures". 4th Eurobitume Symposium, paper III.20, pp. 688-691. Madrid.
- [142] TUFFOUR, Y. A.; ISHAI, I.; CRAUS, J. (1989): "Relating asphalt aging and durability to its compositional changes". Asphalt Paving Technology. Association of Asphalt Paving Technologists. Volume 58, pp. 163-181. Nashville, Tennessee.
- [143] VALERO, L. (1987): "Ligantes bituminosos. Ligantes modificados. Adhesividad y activación". Curso de Pavimentos Asfálticos. Fundación Agustín de Bethencourt. E.T.S.I.C.C.P. Universidad Politécnica de Madrid.
- [144] VALERO, L.; HIDALGO, A. (1967): "Estudio de la naturaleza química de los betunes asfálticos". Publ. 23. Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Madrid.
- [145] VALLERGA, B. A.; HALSTEAD, W. J. (1971): "Effects of field aging on fundamental properties of paving asphalts". Highway Research Record 361, pp. 71-92. Highway Research Board. Washington, D. C.
- [146] VAN CAUWELAERT, F.; MALAISE, M. (1981): "Influence des caractéristiques des fillers sur le comportement rheologique du mastic". Eurobitume Symposium 1981, paper 1.2, pp. 88-91. Cannes.
- [147] VAN GOOSWILLIGEN, G.; DE BATS, F. TH.; BERGER, H. (1985): "Oxidation of bitumen in various tests". 3th Eurobitume Symposium. Volume I, pp. 96-101. La Haye.
- [148] VAN GOOSWILLIGEN, G.; DE BATS, F. TH.; HARRISON, T. (1989): "Quality of paving grade bitumen. A practical approach in terms of functional tests". 4th Eurobitume Symposium, paper I.54, pp. 291-297. Madrid.

- 
- [149] WRIGHT, P. H.; PAQUETTE, R. J. (1979): "Highway engineering". John Wiley and sons. New York.
- [150] WRIGHT, P. H.; PAQUETTE, R. J. (1993): "Ingeniería de carreteras". Limusa. México, D.F.
- [151] WOODSIDE, A. R.; McCOOL, P. D. (1989): "The hardening effect of bituminous binders during their life". 4th Eurobitume Symposium, paper I.36, pp. 195-199. Madrid.
- [152] WOODSIDE, A. R.; ROGAN, C. (1993): "The use of the *Limpet* tester to assess the bond strength characteristics of bituminous materials". 5th Eurobitume Congress. Volume IA, pp. 375-379. Stockholm.