

INTRODUCCION A LOS USOS POTENCIALES
DE UN ENSAYADOR POR RUEDA
CARGADA (LWT) PARA DISEÑAR
SLURRY SEAL SEGUN EL CALCULO
DE LA CIRCULACION

POR

C. Robert Benedict
BENEDICT SLURRY SEAL, INC.
320 Northview Road
Dayton, Ohio 45419

BORRADOR DE UN INFORME DE PRESENTAR AL COMITE
INVESTIGACION Y DESARROLLO DURANTE EL CONGRESO
ANUAL DE LA INTERNATIONAL SLURRY SEAL ASSOCIATION (ISSA)

LAS VEGAS, NEVADA 3-6 DE FEBRERO DE 1975

VERSION PRELIMINAR

PROHIBIDA LA PUBLICACION

INTRODUCCION

Las primeras pruebas de slurry seal desde 1953 (1) por lo menos han rendido bastante éxito para estimular adelantos en el arte. Las mezcladoras móviles han remplazado las amasaderas, las máquinas modernas de flujo continuo han remplazado los métodos de cochura. A medida que se mejoraba el maquinario, lo mismo ocurría con las técnicas de laboratorio para el diseño y la verificación por pruebas, hasta que hoy hay al menos cuatro instrumentos fundamentales para el diseño de la mezcla. Y son:

- (1) Probador de Abrasión en Pista Mojada (WTAT) según lo desarrollaron Kari y Coyne (2) de Chevron y extensamente empleado en la industria bajo la Guía de Especificaciones A-105, de la ISSA de febrero de 1972, y la adopción del cual actualmente está bajo consideración del Comité D4 de la American Society for the Testing of Materials.
- (2) Probador de Abrasión Usando Tubo Anular de Goma en Pista Mojada desarrollado por Slurry Seal, Inc., Waco, Texas, y empleado como método alterno de diseño en las especificaciones de ISSA. Esta máquina se usó en las investigaciones de Harper, Jiménez y Galloway (3).
- (3) Probador con Pelotas de Goma, Arena y Agua Fría en una Lata en Oscilación Vertical según concebido por Skog y Zube (4), (5) y desarrollado por el fallecido Lynn Baldwin (6) de la Comisión de Carreteras de Kansas y es una parte de los procesos normales del diseño de slurry seal.
- (4) Probador del Ritmo de Abrasión Mediante el Impacto con Arena Mojada y Pelota de Acero según desarrollado por E. F. Flock (7) de Slurry Seal, Inc., Waco, Texas.

Los datos de las pruebas arriba indicadas se dan en pérdida total por unidad tiempo o en ciclos o razón de pérdida, y llevan una relación directa con el área de la superficie del agregado y del contenido residual de asfalto, es decir, cuanto más contenido residual en la mezcla, tanto mejor el

diseño del slurry. No se ha tratado en estas pruebas, de establecer criterios de diseño para carga de circulación menos que en Virginia (8) estado que fija no solo el límite máximo de pérdida de WTAT, sino también el límite mínimo.

El Dr. Flock nos informa que con un aumento de -200 mesh y un siguiente aumento de cemento de asfalto a menudo se obtienen resultados "mejores". Hutchinson y Rose (9) han mostrado como una sencilla compactación de una muestra de slurry reducirá dramáticamente la pérdida de WTAT. Estas observaciones dejan lugar de sospechar de nuestras técnicas de diseño formalistas cuando se sujetan a cargas pesadas de circulación.

Cuando se aplica circulación pesada al diseño "optimum" de WTAT, según comprendemos la costumbre actual, el riesgo de superficie con sobra de asfalto es grande y es posible que hayamos "diseñado" un pavimento deslizado. Hay casos (10), (11) en los que se han aplicado slurry seals excelentes por lo demás, bien dentro de los límites de especificación y diseño, pero que no han alcanzado sus mejores coeficientes de fricción a causa de un leve exceso de asfalto y el consiguiente sangrar o "flushing" bajo cargas de circulación pesadas.

La meta de la economía sugiere el uso de aplicaciones relativamente tenues de slurry, pero las mezclas densas menudamente graduadas a pesar de ser impermeables dejan lugar a dudar por ser propensas a ponerse resbaladizas. Y no obstante estamos al tanto de muchos éxitos sobresalientes de slurry seal tal como el relato de Dallas según presentado por Starek (12) y otros.

El slurry de bajo contenido de asfalto normalmente sale bien en cuanto a la resistencia al patinazo pero puede ser poco duradero. Los contenidos de muchos vacíos pueden al mismo tiempo acortar la vida de cualquier pavimento de betún (13) y contribuir a la buena resistencia al patinazo.

McLeod (14) sugiere que los contenidos de muchos vacíos acompañados de gruesas películas de asfalto producen una vida o durabilidad óptima, pero las gruesas películas de asfalto también pueden aumentar el riesgo de sangrar y de pérdida de resistencia al patinazo.

Para resolver estos problemas lo mejor posible, y como inicio hacia una técnica racional de diseño para cargas de circulación pesadas, yo quisiera presentar un nuevo dispositivo para la simulación de circulación en el laboratorio, dispositivo al que doy el nombre de Ensayador a Rueda Cargada o (LWT). Mediante el uso de este instrumento podemos aprender a pronosticar los efectos de la circulación pesada (torcer, frenar acelerar,

camiones, cuentas diarias del número de vehículos, etc.) y de tal modo, seleccionar los mejores diseños de slurry para conseguir las metas de largo plazo, la economía, la durabilidad y la seguridad.

DESCRIPCION DEL LWT Y MODO DE USAR

(Fig.1) El LWT que se ve consiste en una ruedecilla de caucho blando Bassick número 180, de 1 pulgada de ancho y 3 pulgadas de diámetro, montada en un armazón Unistrut P-1000. Las dimensiones son de unas 48 pulgadas de largo, 14 de ancho y 16 de alto. Una caja en la que quepan sacos de perdigones de plomo, cada uno de 25 libras, está montada encima de los varas de la rueda para cargarla. La rueda cargada va encima de un espécimen de slurry cuyas dimensiones son 1/4 de pulgada de alto, 2 de ancho y 14 de largo, y es empujada por una carrera recíproca de 12 pulgadas por un motor de 1/4 de caballo, 1750 RPM, reductor 40:1 para dar 44 ciclos por minuto, o 1.000 ciclos en 24 minutos. Un contador Veeder Root está montado encima del reductor.

(Fig.2) Un "Perfilógrafo" 10:1 según Jerry Rose se muestra para la medición de la deformación de la superficie durante la prueba. No se muestra ningún dispositivo para la medición para el desplazamiento lateral.

(Fig.3) Se echan muestras de 1/4 de pulgada por 2 pulgadas por 15 pulgadas en una hoja galvanizada número 20 de grueso por 3 pulgadas por 16 pulgadas usando un armazón de acero o molde. Bastan 300 gramos de agregado. Se deja secar el slurry al aire hasta llegar a peso constante antes de ensayar.

(Fig.4) Primero se hace una perfiladura en blanco para establecer una línea de base. Después se monta el espécimen y el "perfilógrafo" traza la superficie del slurry antes de iniciarse la prueba.

(Fig.5) Entonces se coloca la ruedecilla y se carga con 125 libras de perdigones de plomo.

(Fig.6) Se corren 100 ciclos con la rueda cargada; se quitan los perdigones y la rueda y se traza una perfiladura. Se repite este proceso a los 200, 300, 500 y 1.000 ciclos.

En cierto punto se podrá notar una pegajosidad audible acompañada de un brillo visible y una tendencia de la rueda a pegarse al exceso de asfalto estrujado. Este punto lo llamo "punto de pegajosidad." A este punto es necesario mojar ligeramente la superficie para impedir que se rasgue el ejemplar.

(Fig.7) Después de corridos todos los ejemplares de una serie, se les lava el polvo si es necesario. Se secan al aire y se pesan. Luego se monta un marco para arena arriba del ejemplar y se llena el marco de arena Ottawa Silica, 30 mesh, lavada, secada y calentada hasta los 140 grados F. e inmediatamente

compactada por 100 ciclos de la rueda cargada. Se quita el ejemplar, se le lava la arena suelta golpeándolo suavemente y se pesa. El aumento de peso se registra como medida del exceso de asfalto por absorción de arena, (sand number).

(Fig. 8) Muestra una foto de una serie después de 1000 ciclos.

ESTUDIO DE UN CASO DEL USO DEL LWT Carretera Alexander-Bellbrook, West Carrollton, Ohio

Idealmente la obra del laboratorio debería de hacerse antes de las pruebas en el terreno, pero en este caso, el trabajo se hizo primero en el campo, por cálculo estudiado, y el trabajo del laboratorio se hizo después.

A causa de que la carretera A-B es muy recorrida, y en vista de mi preocupación con las consecuencias, siendo yo el contratista, empleé a nuestro laboratorio de pruebas local, Bowser-Morner Testing Labs, para poder al menos aprender algo de cualquier errores que pudiéramos cometer. La única guía que teníamos era nuestra extensa experiencia anterior con nuestra grava de Xenia y la certeza de que nuestro diseño standard resultaría demasiado rico para las condiciones. Los resultados están adjuntos en el apéndice.

Se aplicaron 14,3 libras de slurry catiónico de fragua rápida a unos 4.000 pies de la carretera A-B. Las anchuras variaron de 22 pies a 34 pies. La obra se terminó el 13 de julio de 1974. La carretera A-B es un enlace principal entre la carretera federal número 75 y la carretera estatal (Ohio) número 741 y sostiene cada día 19.000 vehículos (VPD) con 10% de camiones. Hasta el 15 de enero de 1975 han pasado 3.500.000 vehículos sin dificultad mayor. Las pruebas de resistencia al patinazo deberán de empezar en un par de meses, dirigidas por el personal de investigación del Departamento de Transportes de Ohio.

Fig. 9 muestra una sección de la carretera A-B al punto donde pasa delante de la escuela secundaria de West Carrollton. Se sacó esta foto desde el viaducto de la carretera federal 75 y es típico de la circulación que allí se encuentra.

Para comparar los datos de la aplicación y los datos de la prueba en el terreno con nuestro LWT, preparamos 5 ejemplares empleando la misma grava glacial de Xenia, tipo II, gradación gruesa y emulsión de asfalto a niveles del 12%, 14%, 16%, 18% y 20% de emulsión respectivamente. Las formulaciones se muestran en Cuadro 1. Los ejemplares se sujetaron cada uno a 100, 200, 300, 500, y a 1.000 ciclos del LWT a 125 libras y al fin de cada periodo se trazó una perfiladura.

Fig. 11 muestra las perfiladuras de estos ensayos. Se midió cada perfiladura en tres puntos y se dispusieron las cifras en cuadros como se ve en Cuadro 2. Se indicaron los puntos de pegajosidad y se construyó el cuadro según se ve en Fig. 12. Interesa notar que aparece un patrón (modelo) claro. Fig. 13 muestra los gramos de arena absorbidos por el exceso de asfalto estrujado. He trazado la línea del punto de pegajosidad, la que indica que arriba de los 4,25 gramos de absorción, probablemente se verificará pegajosidad. Fig. 14 muestra los desplazamientos laterales y verticales que podrán verificarse pero los que no hemos considerado en este informe.

Sobreponiendo los datos del terreno en la Fig. 13, a esta fecha conocemos por lo menos un diseño correlativo que es satisfactorio para circulación pesada a modo de 20.000 VPD. Hará falta mucho más estudio para establecer otros diseños para calcular la circulación.

USOS POTENCIALES DEL LWT

Los usos inmediatos del LWT según se presentan en este informe son:

1. Cierre de vacíos y contenido por "perfilógrafo"
2. Compactación, desplazamiento lateral y distorsión elástica por perfiladura y medidas laterales
3. "Flushings" visuales (visibles)
4. Pegajosidad audible o sangrar-punto de pegajosidad
5. Medida de exceso de asfalto estrujado por absorción de arena caliente

Se sugiere además los siguientes usos:

6. Permeabilidad de agua salada y facilidad de sellar ejemplares compactados y no compactados mediante estudios de resistividad
7. Absorción de agua por aumento de peso y peso específico
8. Estudios de congelación-deshielo
9. Fuerza de deslizamiento y adhesión a la capa inferior
10. Estudios de cansancio y pliegue montando el ejemplar en una almohadilla de goma
11. Estudios de compactación mojada y abrasión
12. Ritmo de desgaste por rueda cerrada, zapata mojada, o rueda sesgada en caja de arena mojada
13. Valores relativos de fricción sesgando la rueda y observando las medidas del amperaje
14. Estudio de efectos de circulación en gradaciones no ideales o gradaciones de vacíos
15. Estudio de efectos de circulación en varios llenadores, polvos finos plásticos, o polvos finos de área de alta superficie y equivalentes de arena
16. Comparación entre slurry de una capa y de varias capas
17. Estudio del llenar de grietas y de la eficacia de varios slurries y llenadores de grietas

VARIABLES

Los variables que pueden influir en los resultados de las pruebas hechas en el LWT y que no hemos considerado en este relato preliminar son por lo menos los siguientes:

1. Temperatura. Las tiradas de que hablamos aquí se hicieron a los 70 grados F. \pm 5 grados F. Las tiradas probablemente deberían hacerse a las temperaturas que se encuentran en el momento de aplicar el slurry a la carretera, temperatura, digamos, de 100 grados F. \pm 5 grados F. Habría que tener en cuenta la variación de temperatura día-noche, las temperaturas estacionales, y la variación en la densidad de la circulación.
2. Carga. La carga de la rueda empleada aquí fue de 125 libras y representa por lo menos el doble de las cargas que se experimentan normalmente en circulación. Según indicaciones subjetivas, con el doble de cargas de rueda, el número de ciclos del LWT se aproxima a la raíz cuadrada de la cuenta acumulada de la circulación; eso es, con carga de 125 libras, 1.000 ciclos del LWT representan un millón de pasos de vehículos.
3. Desplazamiento. El desplazamiento lateral y vertical de la periferia del ejemplar se debe observar de cerca. A cierto punto, el slurry en la carrilera se pondrá bastante denso para resistir más compactación, y mediante un "movimiento plástico" o "escurrimiento" forzará un movimiento, claro y mensurable, de la periferia, o la parte no pisada del ejemplar. Este movimiento debería indicar el punto de máxima compactación.
4. Análisis de fuerza. Se debe examinar el análisis de las variaciones efectivas de las fuerzas trasladadas por la oscilación del centro de gravedad de la carga sobre el pivote de la ruedecilla, como también el cambio de dirección y la aceleración de la carga en cuanto al efecto que puedan tener estas variaciones en la lectura de las perfiladuras en el desplazamiento periferal, y en las variaciones en la efusión del exceso de asfalto.
5. Forma del relieve de la llanta. El relieve de la llanta en sección transversal era levemente convexo en el centro y redondeado en los bordes más bien que paralelo y conforme con el eje. Se debería probar una sección transversal cuadrada.

6. Anchura de llanta. Puede que sea deseable usar una llanta levemente más ancha que el espécimen, de manera que se note solo el desplazamiento lateral, evitando así la necesidad de combinar y de medir el desplazamiento vertical y el lateral.
7. Espesor del ejemplar. Se fijó el espesor del espécimen arbitrariamente en 1/4 de pulgada el que a 15 libras por yarda cuadrada de peso seco de agregado sería a eso del 15% o 20% más del que se experimentaría en el terreno por una gradación gruesa tipo II. Esto podría dar valores un poco más elevados de absorción de arena, sobre todo porque el ejemplar se aplica a una superficie lisa y no absorbente.
8. Rueda mojada. El añadir agua a la llanta y al ejemplar después de notarse el punto de pegajosidad, en algunos ensayos estimuló la abrasión y la distribución de algunos polvos finos de menos - 200 desgastados que se incrustaron en el asfalto estrujado y podrá haber influido en el número de la arena (sand number). Será necesario inundar el ejemplar durante el ensayo para continuamente enjuagar estos polvos durante la tirada a compás que se producen para obtener números reproducibles de absorción de arena.
9. Punto de pegajosidad. A lo mejor, la determinación del punto de pegajosidad es algo subjetiva. La desigualdad en la preparación del ejemplar, la limpieza en la huella de la llanta, y el inicio de la pegajosidad a un extremo del ejemplar en vez que uniformemente en todo lo largo del espécimen son variables.
10. Variables en el terreno. Las variaciones en la estación de aplicación, la contaminación ambiental, cantidad de lluvia, ritmo de desgaste de los agregados, oxidación y el endurecimiento de películas superficiales de asfalto complican la correlación de los datos del terreno con los del laboratorio.
11. Características del agregado. La gradación puede tener mucha importancia en poder mantener un espesor de película más favorable sin excesiva efusión; eso es la proporción fracción gruesa - fracción fina (porcentaje retenido en el cedazo y porcentaje que pasa por 100, 200, y 325) como también el equivalente de arena del agregado total y el área de la superficie - 325 pueden hacer un papel importante en el movimiento plástico y la deformación y efusión de polvos finos densamente asfaltados hasta la superficie.

La resistencia y los ritmos de desgaste de insolubilidad de la resina también pueden tener mucha importancia en la estabilidad del slurry. La densidad, los vacíos en el agregado mineral y los vacíos totales también pueden ser variables importantes.

12. Tamaño de las partículas. La distribución del tamaño de las partículas de emulsión de asfalto y/o la actividad química (Potencial Zeta) puede influir en la uniformidad del revestimiento y así en el efecto "lubrificador" de las características de deformación de un ejemplar.
13. Penetración de asfalto. La rigidez, la ductilidad, la penetración, y la viscosidad a las temperaturas empleadas en el ensayo pueden cambiar de mucho los resultados.
14. "Perfilógrafo." Hay que emplear el "perfilógrafo" con cuidado. Otro diseño quizás resultaría más eficaz.
15. Moción recíproca. El diseño recíproco del LWT usado en este relato evidentemente no duplica el movimiento de la circulación. Será necesario diseñar un LWT rotativo, o de dirección única para simular la circulación con más exactitud.
16. Rebote. El rebote elástico que podrá verificarse después de cada paso de rueda, y el tiempo necesario, no se han considerado aquí, pero en la práctica podrán tener gran importancia en la exactitud de los resultados.

OBSERVACIONES COMENTOS Y TEORIA PRESENTADOS PARA LA CRITICA

Teniendo presente las condiciones y los materiales usados en la preparación de este informe, mi experiencia preliminar sugiere las siguientes hipótesis:

1. Hay una "curva de compactación" clara y reproducible, producida por el LWT según medida por el "perfilógrafo."
2. Hay un ritmo inicial de compactación proporcional al contenido asfalto del ejemplar.
3. Cuanto más aumentan los ciclos de compactación, tanto más disminuye el ritmo de compactación hasta que queda independiente del contenido asfalto (a 600 ciclos más o menos.)
4. Llegado a cierto número de ciclos en los ejemplares más ricos, se notará una pegajosidad audible debida al exceso de asfalto que se está estrujando al punto de contacto del slurry con la llanta. Este "punto de pegajosidad" ocurre en proporción a la cantidad del exceso de asfalto en el ejemplar y podrá indicar que casi todos los vacíos están llenados.
5. En los ejemplares menos ricos no se llega al punto de pegajosidad hasta que hayan pasado un gran número de ciclos. Y en los aun menos ricos no se llega a ningún punto de pegajosidad, indicando que no todos los vacíos están llenos de asfalto.
6. La cantidad de exceso de asfalto estrujado se puede medir por absorción de arena caliente. No hay pegajosidad hasta como los 4 gramos de absorción. Arriba de los 4 gramos de absorción se verifica la pegajosidad y se puede experimentar un pavimento "flushed" o sangrado.
7. Usando el mismo asfalto, toda mezcla de slurry de agregado de grado denso seguirá esta curva o podrá ser sobrepuesta en esta curva, como también los valores de absorción de arena y punto de pegajosidad. Pero la escala del contenido asfalto residual cambiará para acomodar la gradación agregada y el área de la superficie.
8. Se sabe después de la experiencia efectiva en la carretera A-B que el diseño aplicado inclusive el 7, 7% de contenido de cemento asfalto es satisfactorio para los 19.000 VPD, 10% camiones del cálculo de la circulación. También se sabe de mucha experiencia en calles residenciales que una emulsión

del 19% al 20% (11, 5% a 12% contenido cemento asfalto) es satisfactoria, aunque un poco rica para cuentas de 100 VPD. De estas observaciones se concluye que 100 ciclos del LWT a 125 libras pueden aproximar a 100 VPD y 1.000 ciclos del LWT a 125 libras pueden igualar a 20.000 VPD. Haciendo un cálculo aproximado de una escala casi-semi-logarítmica entre estos valores, sale la siguiente correlación tentativa LWT-circulación:

<u>Ciclos LWT a 125 libras</u>	<u>Cuenta circulación VPD</u>
100	100
200	1.000
300	2.000
500	4.000
1.000	20.000

Trazando la anticipada cuenta de circulación en la curva de compactación verticalmente hasta la línea del punto de pegajosidad, se puede leer el máximo permisible del contenido cemento de asfalto residual. Se puede anticipar en los casos de contenidos de cemento de asfalto residual arriba de estos valores, que habrá "flush" o sangrar.

(Cuidado: los valores de cemento de asfalto en la gráfica tienen que ver sólo con la gradación gruesa de Xenia y se deben cambiar por cada gradación distinta.)

9. Los valores de compactación, escalas de calificación y técnicas de diseño del pasado pueden ser discutibles.
10. Solo mediante el estudio minucioso y el análisis crítico serán probados, refutados o mejorados estas hipótesis y observaciones. La highway Equipment Company, de Cedar Rapids, Iowa, Y Bithcote Products, Inc., St. Louis, Missouri, y el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE UU, Vicksburg, Mississippi, han ofrecido ayuda provisional en las continuas investigaciones aquí sugeridas. Tengo la seguridad de que los que hacen parte de este comité también ofrecerán su ayuda.

Quisiera dar las gracias a los del comité por haberme animado a iniciar este proyecto, y sobre todo quisiera señalar al señor Al Day de Bithcote Products por su administración de los asuntos del comité.

C. Robert Benedict

NOTAS

1. "It's Really New: It's a Premixed Slurry for Patching and Sealing Roads", Western Construction, April, 1955, pp 25-27.
2. Kari, W. J. & Coyne, L. D. "Emulsified Asphalt Slurry Seal Coats", Proc. AAPT, Vol. 33, pp 502-537, 1964.
- 2a. Kari and Coyne "Emulsified Asphalt Slurry Seal Coats", Chevron Asphalt Technical Paper 125, Feb. 17, 1964.
- 2b. Paul McCoy, L. D. Coyne, "The Wet Track Abrasion Test", Chevron Asphalt Technical Paper 127, presented to the Road and Paving Materials Sesstion, ASTM, Chicago, Je '64.
- 2c. Paul McCoy, "Wear Testing Slurry Seals by the WTAT Procedure", Proc ISSA Conv., San Francisco, Feb. '68.
3. William J. Harper, Rudolph A. Jimenez and Bob M. Galloway, "Effects of Mineral Fillers in Slurry Seal Mixtures", Paper sponsored by the HRB Committee on Bituminous Surface Treatments (HRB REC 104-1965).
4. Zube, E., "Studies on Water Permeability of Asphalt Concrete Pavements", Proc 4th. Annual Highway Conf., Univ. of the Pacific, March, 1961.
5. J. Skog & E. Zube, Proc of AAPT, Vol. 32, pp 380-411, 1963.
6. Comunicación personal de Bud Clouts, Ballou Construction Co., Salina, Kansas, inclusive fotocopias de la Comisión de Carreteras de Kansas, (1) Método de Ensayo para determinar abrasión superficial de slurry seal preparada en laboratorio (según desarrollado por Lynn Baldwin), (2) Cálculo de diseño de mezcla de slurry seal - método área superficial, (3) Proceso para el diseño de slurry seguido por la Comisión de Carreteras de Kansas.
7. Ernest F. Flock, "A Shaker Method for Evaluating the Quality of Cured Slurries", Slurry Seal, Inc., Waco, Texas. Undated paper (ca. 1971) 54 pp.
8. Virginia Department of Highways "Special Provisions for Emulsified Asphalt Slurry Seal, Jan., 1974, revised Apr. '74".
9. John W. Hutchinson and Jerry G. Rose (Univ. of Kentucky), "Skid Resistant Slurry Seal" Paper presented to ISSA work shoo seminars Apr. '68, Hershey, Pa., Washington D.C., Columbus, Ohio.

10. Phillip J. Arena, Jr., "Field Evaluation of Skid Resistant Surfaces", Louisiana Department of Highways Research Report, No. 47, June 1970, pp 9, 23, 26.
11. Memorandum del Departamento de Transportes de Florida, el 12 de noviembre de 1971, "...En las sobredichas secciones de la calzada donde hay evidencia de sangrar se encontraron algunos coeficientes de fricción abajo de 20, el promedio para toda la sección era 34. Aquella parte del pavimento donde había evidencia de sangrar resultó muy resbaladiza y podría ser muy azarosa para la circulación.
- 11a. Florida DOT interdepartmental memo, Jan.27, 1972, reports Charlotte County Airport Slurry SN's 40 of '76 to 81
12. John M. Starek, "Slurry Seal (an accident reducing material)", paper presented to ISSA Conv., New Orleans, Feb. '72.

Also: John M. Starek, "Curb Accidents with Slurry Seal", The American City, March, '72.
13. James M. Roberts and William H. Gotolski (Penn DOT), "Pavement Asphalt Properties and Pavement Durability", Paper presented to TRB, January, '75.
14. Norman W. McLeod, "Designing Standard Asphalt Mixtures for Greater Durability", Paper presented at the Canadian Technical Asphalt Assn. Mtg. Montreal, Nov., '71.