

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA DETERMINAR EL USO EN CAMINO DE UN NUEVO PITCH ASFÁLTICO Y SU SEGUIMIENTO A TRAVÉS DEL TIEMPO.

Rosa Zuñiga Calderón¹
Rocío García Iturra²
Rodrigo San Martín Cortes³

RESUMEN

El presente trabajo nace como una inquietud de la labor Académico – Profesional de investigar la incorporación en Chile de un cemento asfáltico no tradicional de procedencia Ecuatoriano/Argentino, que cumpla con las especificaciones requeridas en el área vial.

Con este ligante se confeccionó un tramo de prueba, de una mezcla en caliente, en el Contrato Ruta 66, Sector Crucero Las Arañas – Límite V Región en el año 1998, sobre el cual se han realizado evaluaciones en el tiempo a través de mediciones de IRI, Deflectometría, Fricción, además de otras pruebas como densidad en sitio, y extracción de testigos, para con éstos analizar las propiedades del ligante.

Estos parámetros son comparados con los obtenidos en el mismo contrato con la mezcla confeccionada con un ligante tradicional.

1.- INTRODUCCION

El empleo del asfalto en pavimentación ha ido en aumento en todos los países debido a sus grandes ventajas que presenta, tales como, su rapidez de colocación, bajos costos comparativos respecto a pavimentos de hormigón y su fácil conservación entre otras características.

Es evidente que el crudo del cual se producirá el asfalto es el factor fundamental del comportamiento de éste.

Los asfaltos utilizados en la pavimentación de carreteras durante años, han permitido satisfacer las exigencias de éstas en las solicitudes de alto tráfico, como también en resistencias y agentes ambientales. Si se considera también que una gran parte de la inversión en infraestructura vial, es la repavimentación de las principales vías de circulación por el costo alternativo que ello significa para el transporte, por todo esto es que se hace necesario el estudio de nuevos pitch asfálticos que cumplan con las especificaciones requeridas en el área vial.

En el presente trabajo se realizó una investigación comparativa a través del tiempo entre una mezcla en caliente tipo Carpeta de rodado, confeccionada con el ligante en estudio y uno tradicional.

¹ Ingeniero Ejecución Químico – Laboratorio Nacional de Vialidad - MOP

² Constructor Civil – Universidad Central

³ Constructor Civil – Universidad Central

La mezcla confeccionada con el ligante en estudio fue colocada en un tramo de prueba del Contrato Ruta 66, Sector Crucero Las Arañas – Límite V Región en el año 1998 en la pista 1 (derecha) entre los km. 110.340 al km. 110.980.

Objetivos:

Uno de los objetivos de este trabajo es analizar e investigar la incorporación en el país de un nuevo pitch asfáltico que cumpla con las especificaciones requeridas en el área vial.

Realizar un estudio comparativo de dos ligantes, uno de uso habitual en nuestro país, considerado tradicional y el otro, el cemento asfáltico producido con el nuevo pitch. El estudio comparativo está basado en los ensayos convencionales.

Evaluar el comportamiento de la mezcla asfáltica con el asfalto tradicional y el producido con el nuevo pitch, mediante parámetros de densidad, estabilidad y fluencia.

Otro de los objetivos es realizar un seguimiento comparativo del tramo experimental confeccionado en el Contrato Crucero Las Arañas – Límite V Región, con otros tramos del mismo camino, midiendo diferentes parámetros.

2.- ANTECEDENTES DEL CONTRATO

El tramo en estudio se encuentra en un sector del Contrato Ruta 66, Sector Crucero Las Arañas- Limite V Región.

Este contrato está dividido en dos tramos: uno del km. 93.700 al 102.759 y el otro del km. 102.759 al 114.378.

El estudio de diseño entregó como solución en asfalto, tres capas asfálticas compuestas por; concreto asfáltico de rodado, binder y base asfáltica, sobre una base granular chancada con CBR mayor o igual a 80%, más una capa nivelante granular.

Para obtener un diseño estructural por el lado de la seguridad se ocupó el tránsito mayor entre los dos tramos indicados, el que corresponde a 14.840.131 ejes equivalentes acumulados para una vida útil de 20 años.

Se ha supuesto un nivel de confiabilidad de 70 %, principalmente, por tener un TMDA en el año 1995 de vehículos pesados menor a 750 vehículos por día.

Cabe señalar que la solución en asfalto entregada se colocó sobre un doble tratamiento existente muy deteriorado.

El tramo de prueba con el ligante en estudio se realizó entre los km 110.340 al 110.980.

3.- ANALISIS A LOS CEMENTOS ASFALTICOS EN ESTUDIO Y TRADICIONAL

Se realizan los análisis según las especificaciones del Laboratorio Nacional de Vialidad correspondientes a AASHTO M-20 más las exigencias de Índice de Pfeiffer y Durabilidad.

TABLA I.

ANÁLISIS DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS

| Ensayes | Cemento asfáltico en estudio | Cemento asfáltico tradicional | Especificación LNV-28 AASHTO M-20 | |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|-------|
| | | | Mín. | Máx. |
| Densidad (gr/cm ³) | 1.005 | 1.010 | | |
| Penetración 25° C, 100 g. (0.1 mm.) | 76 | 68 | 60 | 80 |
| Ductilidad 25° C, 5 cm/min (cm) | 120 | +105 | 100 | |
| Punto de Inflamación (°C) | 299 | - | 232 | |
| Pto. de Fragilidad, Fraass (°C) | -15 | - | | |
| Solubilidad en Tricloroetileno (%) | 99,6 | 99,5 | 99,0 | |
| Punto de Ablandamiento (°C) | 49,0 | 51,0 | | |
| Viscosidad absoluta a 60°C (P) | 1.614 | 2.727 | | |
| Viscosidad cinemática a 135°C (P) | 3,015 | 4,330 | | |
| Indice de Pfeiffer | -0,5 | -0,2 | -1,0 | + 1,0 |
| Indice de Durabilidad | 3,48 | 3,0 | | 3,5 |
| Ensaye de la Mancha: | | | | |
| Héptano/Xilol (% Xilol) | 20/25 | 15/20 | | 20 |
| Película Delgada Rotatoria: | | | | |
| - Viscosidad absoluta a 60°C (P) | 5.617 | 8.300 | | |
| - Ductilidad a 25°C (cm) | 58 | +105 | 100 | |
| - Penetración a 25°C (0.1 mm) | 51 | 43 | | |

4.- DISEÑO DE LA MEZCLA

4.1 Temperatura de mezclado y compactación.

Las temperaturas de mezclado y compactación de las mezclas se obtuvieron del Nomograma de Heukelon, de los ensayos realizados a cada uno de los ligantes, éstas se muestran en la Tabla II.

TABLA II.

TEMPERATURAS DE MEZCLADO Y COMPACTACIÓN

| Temperaturas | Asfalto en estudio | Asfalto tradicional |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Temperatura de mezclado (°C) | 145 - 150 | 150 - 153 |
| Temperatura de compactación (°C) | 135 - 140 | 140 - 143 |

4.2 Dosificación.

La dosificación de la mezcla con el asfalto en estudio se realizó en el Laboratorio Nacional, los resultados se muestran en la Tabla III

TABLA III.
DOSIFICACIÓN MEZCLA EN ESTUDIO

| Análisis | Diseño de la mezcla con asfalto en estudio | Especificación LNV-46 Carpeta de rodado tránsito pesado | |
|-------------------------------|--|--|--------|
| | | Mín. | Máx. |
| Densidad (kg/m ³) | 2.350 | | |
| Estabilidad (N) | 11.300 | 9.000 | 14.000 |
| Huecos (%) | 3,4 | 3 | 5 |
| Fluencia (0,25 mm.) | 10,3 | 8 | 16 |
| VAM (%) | 15,9 | Según TMN | |
| Contenido de Asfalto (%) | 5,9 ± 0,3 | | |

La dosificación de la mezcla del tramo con asfalto tradicional fue realizada por un laboratorio particular, en la Tabla IV se muestran los resultados.

TABLA IV.
DOSIFICACIÓN MEZCLA CON ASFALTO TRADICIONAL

| Análisis | Diseño de la mezcla con asfalto tradicional | Especificación LNV-46 Carpeta de rodado tránsito pesado | |
|-------------------------------|---|--|--------|
| | | Mín. | Máx. |
| Densidad (kg/m ³) | 2.359 | | |
| Estabilidad (N) | 12.648 | 9.000 | 14.000 |
| Huecos (%) | 3,6 | 3 | 5 |
| Fluencia (0,25 mm.) | 11,3 | 8 | 16 |
| VAM (%) | 16,3 | Según TMN | |
| Contenido de Asfalto (%) | 6,0 ± 0,3 | | |

4.3 Características de la mezcla.

TABLA V.

ANÁLISIS MEZCLA DE AGREGADOS

| Análisis | Mezcla | Especificación |
|--|---------------|-----------------------|
| Partículas chancadas (%) | 87,4 | Mín. 70 |
| Partículas lajeadas (%) | 11,5 | Máx. 15 |
| Índice de Plasticidad | NP | NP |
| Desgaste de Los Angeles | 14,4 | Máx. 35 |
| Densidad efectiva (kg/m ³) | 2.663 | - |
| Densidad real (kg/m ³) | 2.635 | - |

5.- EVOLUCION DE LAS CARACTERISTICAS DEL LIGANTE EN EL TIEMPO.

Para estudiar la evolución del ligante en el tiempo se extraen testigos del tramo en estudio, y en la pista del tramo con asfalto tradicional, posteriormente se recupera el ligante por el método Abson, en la Tabla VI se muestran los resultados obtenidos de los diferentes ensayos.

TABLA VI.

RECUPERACIÓN ABSON

| Ensaye | Ligante obtenido de testigos de tramo de prueba | | | | Ligante obtenido de testigos de tramo con asfalto tradicional | |
|---|--|------------------|---------------|--------|--|---------------|
| | 1998 | | 2000 | | 1998 | 2000 |
| | julio | diciembre | Agosto | | diciembre | agosto |
| Penetración a 25°C, 100 g. 5s (0.1 mm) | 52 | 40 | 35 | 34 | 42 | 35 |
| Punto de Ablandamiento (%) | 54,6 | 60,3 | 65,0 | 64,4 | 58,4 | 60,2 |
| Viscosidad Absoluta a 60°C (P) | 5.900 | 17.192 | 42.968 | 49.514 | 12.873 | 35.414 |
| Ensaye de la Mancha Heptáno/Xilol (% Xilol) | 27 | 27 | 30 | 32 | 27 | 27 |
| Índice de Penetración | 0,0 | +0,6 | +1,0 | +1,0 | +0,2 | +0,4 |
| Ductilidad a 25°C (cm) | 15 | - | 13 | - | 25 | 21 |

6.- COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES DE IRI, DEFLECTOMETRÍA Y FRICCIÓN.

En las siguientes figuras se entregan los valores comparativos del tramo experimental y tramo con ligante tradicional a través del tiempo.

6.1 Deflectometría.

Las mediciones se realizaron con un Deflectómetro de Impacto, (FWD-KUAB). Este es un método no destructivo, que sirve para la evaluación estructural de pavimentos y conocimiento detallado de su estado, entregando las herramientas para programar en forma oportuna el mantenimiento o rehabilitación a través del tiempo.

Esta técnica de auscultación de los pavimentos es de alto rendimiento, sin mayores interferencias al tránsito de las vías, es una forma rápida y precisa que permite actuar al nivel de proyectos específicos de rehabilitación, en estudios especiales o en control durante la construcción.

Las figuras 1,2,3 y 4 muestran la evolución comparativa a través del tiempo de los tramos en estudio.

El cálculo de ejes equivalentes de diseño dado en la tabla VII nos indica que para 20 años es de 14.840.130, y la proyección de ejes equivalentes acumulado con los datos del proyecto mostrado en la tabla VIII es de 1.005.090.

TABLA VII.

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES

| | TMDA 1995 | ij | TMDA 1997 | tj | Tj | EEj | EEA |
|---------------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| C.S. | 243 | 0,049 | 267 | 134 | 1.600 | 1.423,7 | 2.277.920 |
| T.S.T. | 481 | 0,045 | 525 | 263 | 3.011 | 4.055,7 | 12.211.713 |
| B.T.B. | 43 | 0,042 | 46 | 23 | 255 | 1.374,5 | 350.498 |
| | | | | | | | 14.840.130 |

TABLA VIII.

PROYECCIÓN EE ACUMULADOS CON DATOS DEL PROYECTO

| | 1995 | ® | 1998 | 1999 | acum.. | *0.5 | EEj | EEA |
|---------------|-------------|----------|-------------|-------------|---------------|-------------|------------|------------|
| C.S. | 243 | 0,049 | 280 | 294 | 575 | 287 | 1.423,7 | 149.333 |
| T.S.T. | 481 | 0,045 | 549 | 574 | 1.123 | 561 | 4.055,7 | 830.837 |
| B.T.B. | 43 | 0,042 | 49 | 51 | 99 | 50 | 1.374,5 | 24.919 |
| | | | | | | | 1.005.090 | |

Los ejes acumulados reales transcurrido 2 años de servicio indicados en la tabla IX se calculan de las mediciones actuales de tránsito TMDA 1999, lo que se indica en la tabla X.

TABLA IX.

EE ACUMULADOS EN DOS AÑOS DE SERVICIO (1998 Y 1999)

| | 1998 | 1999 | Acum. | tj | EEj | EEA |
|---------------|-------------|-------------|--------------|-----------|------------|------------|
| C.S. | 280 | 136 | 416 | 208 | 1.423,7 | 108.217 |
| T.S.T. | 549 | 1.865 | 2.414 | 1.207 | 4.055,7 | 1.786.686 |
| B.T.B | 49 | 29 | 78 | 39 | 1.374,5 | 19.478 |
| 1.914.381 | | | | | | |

TABLA X.

MEDICIONES DE TRÁNSITO 1999

| | Día 1 | Día 2 | TMDA 1999 |
|---------------|--------------|--------------|------------------|
| C.S. | 137 | 135 | 136 |
| T.S.T. | 1.858 | 1.872 | 1.865 |
| B.T.B. | 24 | 34 | 29 |

La evolución en el tiempo del Número Estructural Efectivo y del Módulo Resiliente se grafican en las figuras 1,2,3 y 4.

FIGURA 1

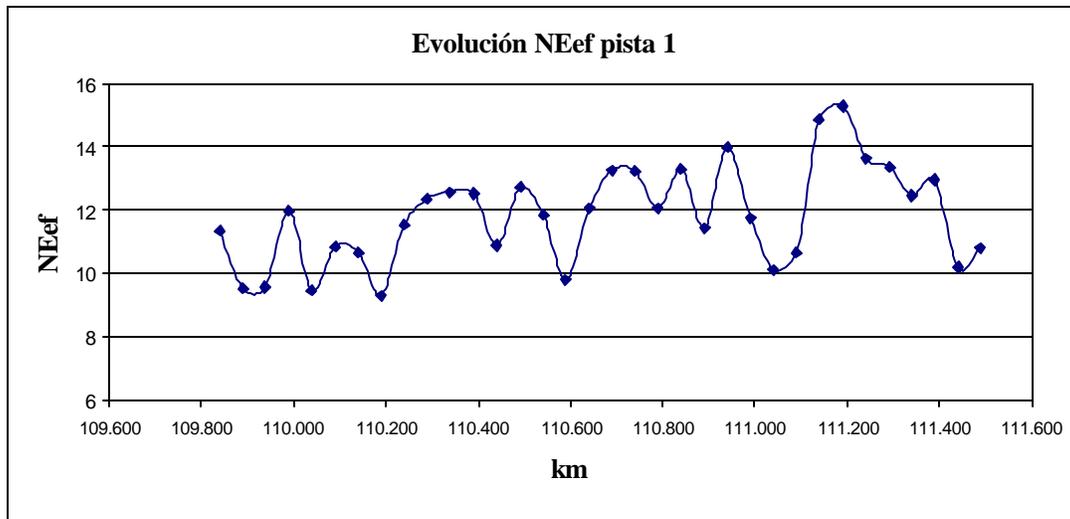


FIGURA 2.

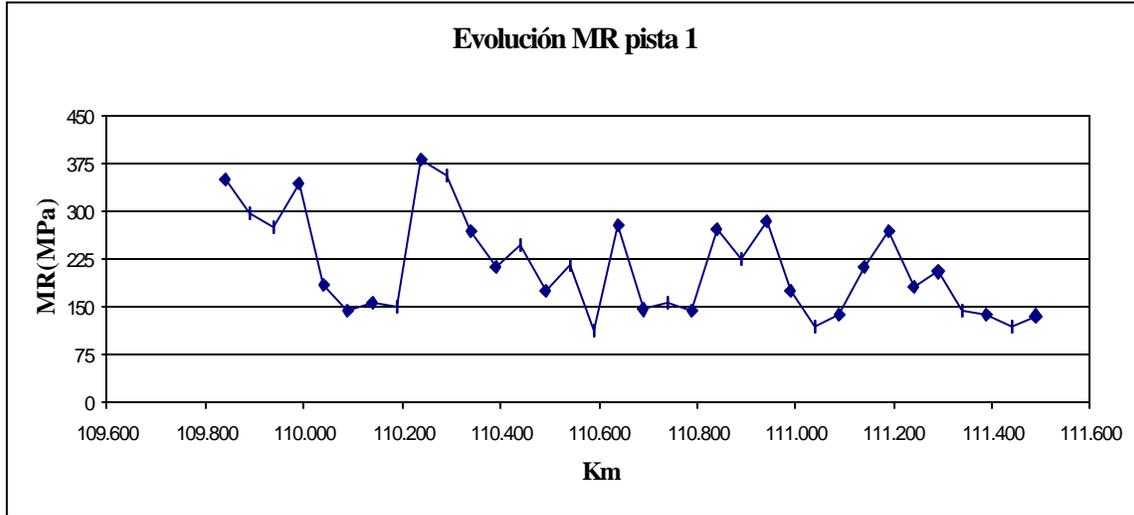


FIGURA 3.

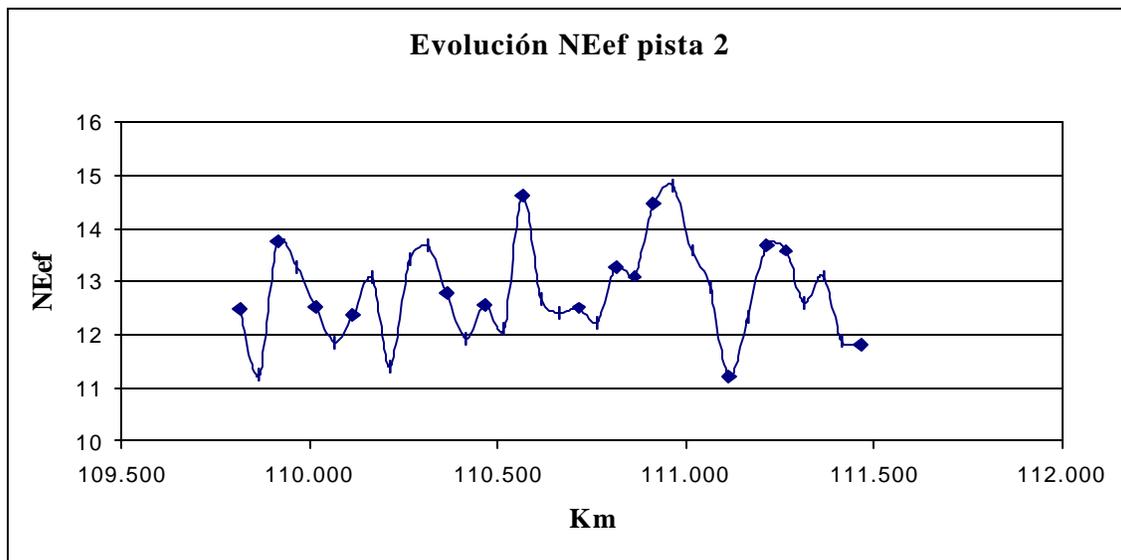
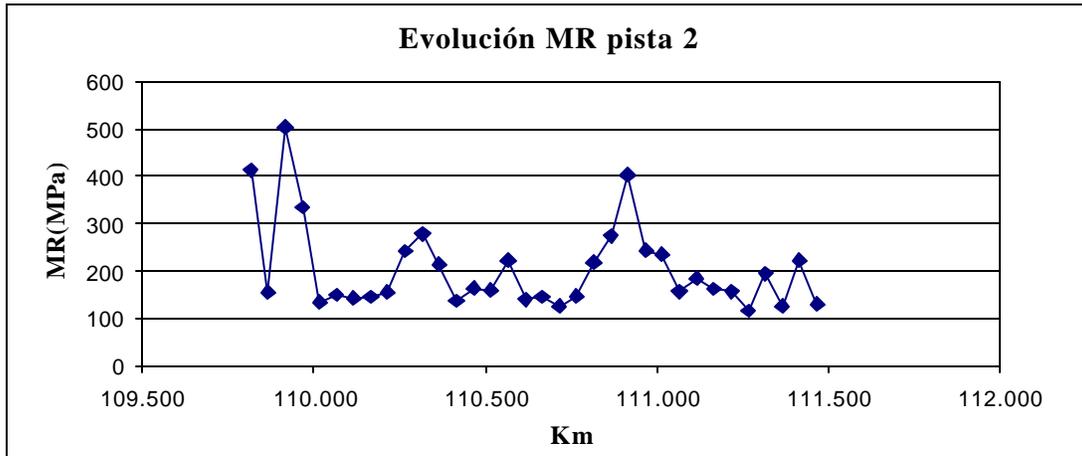


FIGURA 4.



6.2 Perfilometría

Otro equipo que utiliza un método no destructivo para evaluar un pavimento, principalmente en su etapa receptiva es el Perfilómetro Láser, el cual nos entrega medidas de rugosidad.

La rugosidad son alteraciones del perfil del camino (al nivel de rasante), que provocan vibraciones en los vehículos.

La Perfilometría mide las cotas del perfil del camino con una precisión y frecuencia que dependerá de la calidad de medición que se requiera hacer, y basándose en ese perfil determinar la rugosidad ejecutando el programa del IRI (Índice de Rugosidad Internacional).

El programa del IRI consiste en simular un vehículo estándar mediante un modelo matemático llamado cuarto de vehículo, haciéndolo rodar a 80 km/hr.

El resultado de ejecutar el programa que simula el cuarto de vehículo es el IRI, que representa el movimiento relativo entre la masa amortiguada y no amortiguada en un cierto tramo, producido por las irregularidades del perfil, las unidades son (m/km)

La evolución en el tiempo de IRI se grafica en las figuras 5 y 6.

FIGURA 5.

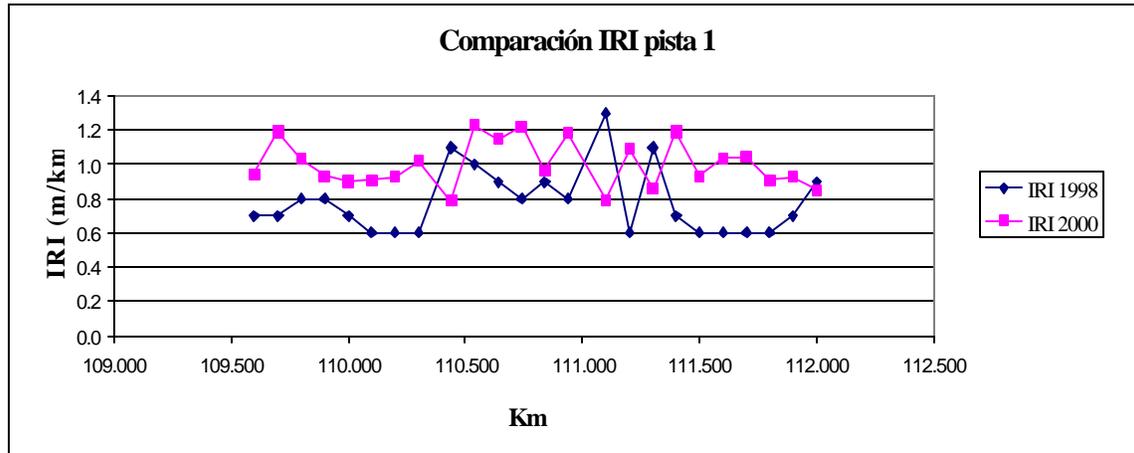
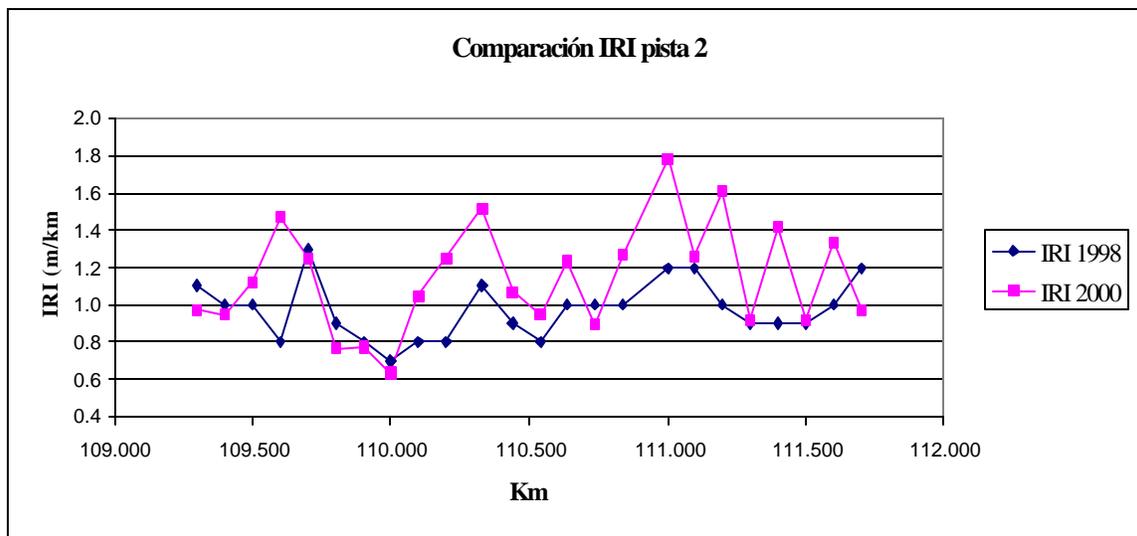


FIGURA 6.



6.3 Fricción

Como se sabe, la carpeta de rodado además de proteger las capas inferiores de agentes atmosféricos y cumplir como una capa resistente al paso de los vehículos, debe poseer la propiedad de Resistencia al Deslizamiento, este concepto se relaciona con dos parámetros fundamentales como son la fricción (coeficiente de roce) ofrecida por los áridos de la mezcla y la macrotextura referida a los intersticios generados por la distribución de los áridos en la superficie del pavimento.

Para la determinación del coeficiente de roce se utilizó el equipo de nombre Péndulo de Fricción. Su principio de funcionamiento es en base a una zapata que se deja deslizar puntualmente sobre la superficie del pavimento, obteniéndose un valor de fricción de éste. El péndulo se balancea desde la horizontal hasta el reposo.

La pérdida de energía del péndulo debido a la fricción del pavimento se registra en una escala graduada. Este instrumento es indicativo de la resistencia al deslizamiento requerido para una detención desde bajas velocidades (<50 km/hr), por consiguiente provee medidas para la microtextura. Este instrumento es inapropiado para mediciones de alto rendimiento

La unidad de medida es BPN (British Pendulum Number).

Las figuras 7, 8 y 9 muestran en forma comparativa la evolución en el tiempo de las curvas de fricción de ambos tramos.

FIGURA 7.

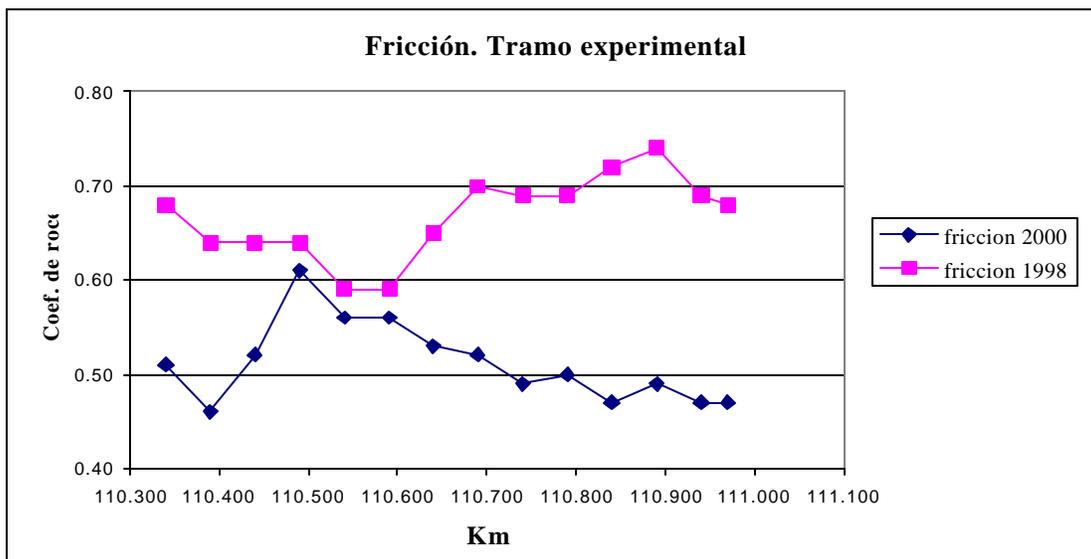


FIGURA 8.

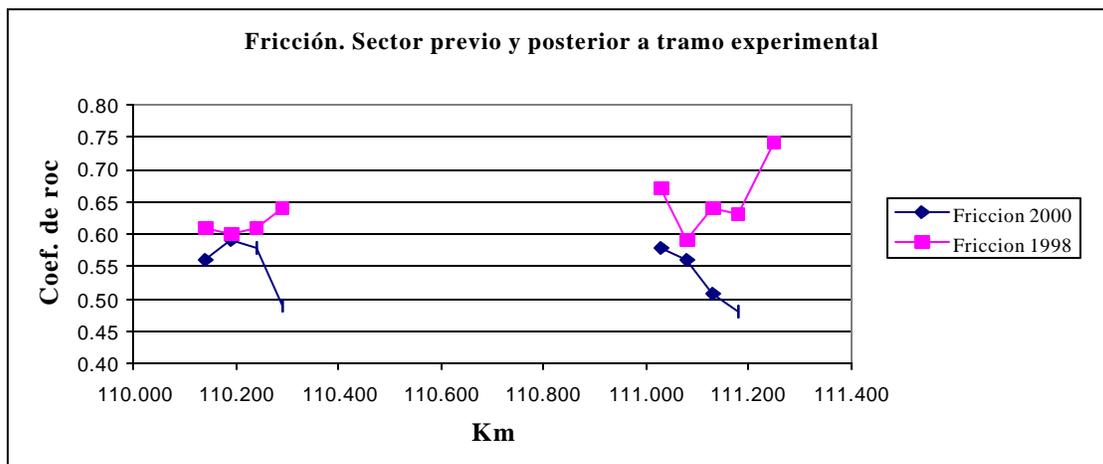
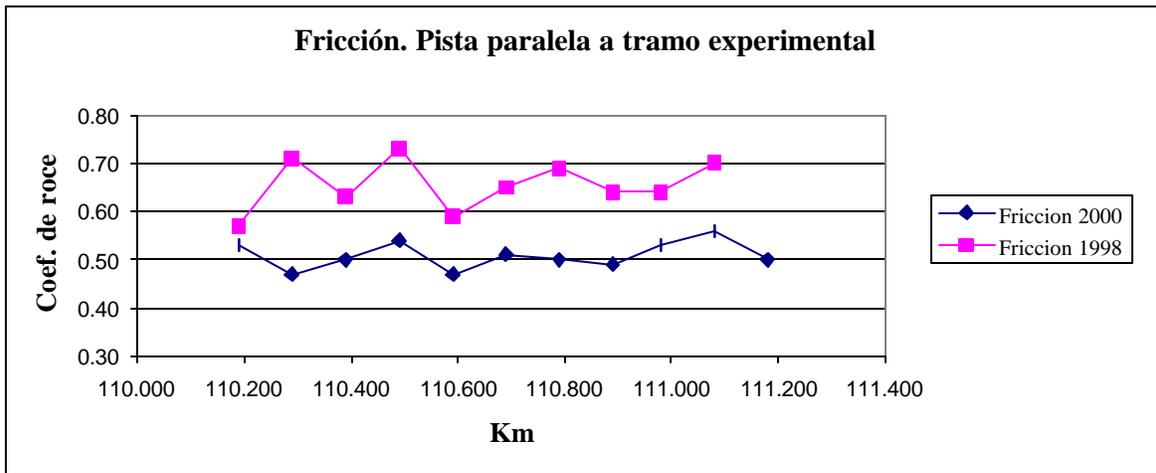


FIGURA 9.



7.- COMENTARIO

En la Tabla I, observamos que el cemento asfáltico en estudio queda fuera de especificación en los ensayos de ductilidad después de la película delgada rotatoria y el ensayo de la mancha.

Se sabe que la ductilidad nos da un criterio de la cohesión interna del asfalto y en el caso del ensayo de la mancha nos indica la relación asfaltenos/maltenos, no obstante, el resto de especificaciones exigidas lo cumple a cabalidad. Aún no cumpliendo en algunos parámetros se decidió realizar mezclas de rodado para carpeta en caliente con ambos asfaltos, dando como resultado lo observado en las Tablas III y IV, es decir valores de diseño muy similares y que están dentro de la especificación para carpeta de rodado, tránsito pesado.

Para estudiar la evolución del ligante a través del tiempo se extraen testigos en ambos tramos, es decir con el ligante en estudio y el tradicional, en la Tabla VI se puede observar que no existe una diferencia considerable entre ambos.

Los valores de penetración a la fecha están en el orden de 35 (0.1 mm) para ambos, en el resto de los parámetros se sigue manteniendo la relación con respecto a los valores de los ligantes originales y de los testigos extraídos inicialmente.

Cabe señalar que el tramo en estudio al igual que el resto del camino ya tiene dos años de servicio al tránsito, tiempo considerable para observar algún deterioro o falla, ya sea por resultados propiamente del ligante, por ejemplo un envejecimiento prematuro, o por otra causa, lo que no se ha observado en el terreno.

Se realizan mediciones de ensayos no destructivos in situ, como es el de Deflectometría de Impacto que nos permite obtener un conocimiento más detallado del estado del pavimento y poder programar el mantenimiento o rehabilitación de éste a tiempo.

Al observar los resultados de las figuras 1, 2, 3 y 4 nos damos cuenta que el sector en estudio presenta una subrasante en iguales características que el tramo con el cual se está comparando, lo que garantiza que las condiciones de trabajo en ambos tramos se realizaron de igual forma.

Respecto del número estructural existente, se observa bastante homogéneo y por sobre el número estructural de diseño, lo que indica al parecer, que en todos los sectores se cumplió con las exigencias de compactación y calidad de materiales granulares y asfálticos, además poseen características similares en cuanto a comportamiento mecánico.

En lo que respecta al recuento de tránsito realizado en Febrero de 1999, se observa un incremento de los vehículos pesados por sobre lo estimado en el estudio de tránsito del proyecto, lo que estaría implicando una sollicitación del orden del doble de lo proyectado (1.005.090 EE proyectados < 1.914.381 EE medidos).

Comparando las curvas de IRI a través del tiempo de las figuras 5 y 6, nos damos cuenta que funcionalmente ambos tramos se están comportando bien, es decir han evolucionado en la misma forma.

Se espera que un pavimento nuevo no sufra deformaciones considerables en el transcurso de dos años de construido y dado a servicio, es lo que se observa en este caso al interpretar los resultados de IRI.

Por tratarse de un camino muy nuevo y encontrarse con valores de IRI, en el momento de dar tránsito y después de dos años, del orden de 0,9 a 1,1 en el tramo de prueba y de 1,0 a 1,1 en el tramo con ligante tradicional, con estos valores no se puede sacar conclusiones tan rápidamente para recomendar el momento oportuno en que se requiera una intervención de éste.

Respecto a los coeficientes de roce, la normativa internacional recomienda un mínimo que en este caso, por tratarse de tramos que se encuentran ubicados en una recta sin aproximación a ninguna señal de tránsito de importancia debe ser superior a 0,5 unidades BPN, no debiendo existir medidas puntuales en el tramo inferiores a 0,45, que en este caso si se analizan las curvas de las figuras 7, 8 y 9, ambos tramos presentan valores similares.

Los promedio del coeficiente de roce medidos en el año 1998 tanto en el tramo de prueba como en la pista paralela están sobre 0,61 y en el año 2000 sobre 0,52 lo que nos indica que se cumplen los mínimos recomendados internacionalmente.

8.- REFERENCIAS

García R., "Estudio de Prefactibilidad para determinar el uso en camino de un nuevo pitch asfáltico."

Especificaciones y Métodos de Muestreo y ensaye de la Dirección de Vialidad. MOP.