

Influencia de la incorporación de neumático fuera de uso en el deterioro a fatiga de las mezclas asfálticas en caliente

Ignacio Zapata Ferrero^a, Julián Rivera^a, Gerardo Botasso^a

^aLEMaC Centro de Investigaciones Viales UTN FRLP – CIC PBA, Av.60 esq. 124 s/n, La Plata, Buenos Aires, Argentina

izapata@frlp.utn.edu.ar

Resumen

El paso del tránsito sobre los pavimentos asfálticos es uno de los factores que más influye en su deterioro. Los mismos están diseñados para soportar tanto las cargas de los automóviles y el tránsito pesado que transitan a diario, como así también las distintas condiciones climáticas. Estas dos acciones sobre el pavimento generan un fuerte estado de tensiones, deformaciones y desplazamientos relativos, que debe ser capaz de absorber en el periodo de vida útil para el cual fue diseñado.

Las problemáticas más frecuentes que presentan los pavimentos asfálticos, debido a estas solicitaciones y diferentes rangos de temperaturas, son la fatiga, la deformación permanente y la fisuración térmica. En cuanto a la primera de ellas, la misma se genera por la repetición de aplicaciones de cargas, sin ser necesario que el material llegue a su límite de rotura. Este mecanismo de deterioro, consiste en el consumo de la energía interna disponible que posee la estructura. La técnica ha avanzado en gran parte en el estudio de este tipo de falla, pero aún existen varios mecanismos que restan por dilucidar.

En la actualidad, con la utilización de programas de diseño mecanicista de pavimentos (utilizan propiedades mecánicas de los materiales y analizan los materiales en un sentido universal), la fatiga de la mezcla asfáltica se ha instrumentado como uno de los criterios de falla a utilizar. De esta forma, en función de la caracterización del material a ser empleado, se puede diseñar una estructura de pavimento que resista a las diferentes cargas y solicitaciones estimadas, en un tiempo de vida planteado.

Adicionalmente, en los últimos años los desechos o residuos de varias industrias son utilizados como aditivos o adiciones en la mezcla asfáltica o en el asfalto utilizado en las mismas. Uno de los más estudiados, es el neumático fuera de uso (NFU). Este residuo se encuentra en grandes cantidades y actualmente es un gran problema su deposición final. Los NFU encontraron en las mezclas asfálticas, no solo un lugar para completar su ciclo de vida, sino también para potenciar sus propiedades.

El presente trabajo permite dar una mirada, tanto a la problemática de la fatiga en mezclas asfálticas, como así también de la incorporación de NFU para mejorar el comportamiento frente a este tipo de fallas.

Palabras Clave: Fatiga, NFU, Pavimentos Flexibles

1 Introducción

Los pavimentos asfálticos son los más utilizados dentro de la República Argentina a nivel nacional. Según el relevamiento de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), solo considerando rutas de esta jerarquía, se tienen más de 40 mil kilómetros realizados con pavimento del tipo asfáltico. Dentro del total de esta clase de rutas, representan el 77,9 %, relegándose a los pavimentos de hormigón o caminos realizados con estabilizado, ripio o simplemente de suelo natural [1]. En este contexto, es de vital importancia realizar un diseño acorde a las solicitaciones que se le van a aplicar. Por otro lado, también es importante atender a las distintas problemáticas que surgen una vez que las obras son abiertas al tránsito.

Con las acciones del tránsito y el clima, y con el paso del tiempo, los pavimentos asfálticos comienzan a sufrir un continuo deterioro. Las fallas de los pavimentos asfálticos se la pueden clasificar de acuerdo a las temperaturas de servicio a los cuales están solicitados. A las bajas temperaturas, se les asocia un

fallo de fisuración térmica, referido a las altas temperaturas, se vincula con las deformaciones permanentes, comúnmente llamadas ahuellamiento. Por último, a temperaturas medias, se desarrolla el fenómeno de fisuración, típicamente asociado a la fatiga en los pavimentos flexibles. El objetivo del trabajo es confeccionar en última instancia, una mezcla asfáltica modificada con polvo de neumático de caucho, que sea capaz de resistir adecuadamente las sollicitaciones a fatiga que se presentan en los pavimentos debido al paso del tránsito.

2 Desarrollo

2.1 La fatiga como signo del deterioro en mezclas asfálticas

El fenómeno de fatiga en los pavimentos tiene su origen en una causa puntual, la cual es el continuo paso del tránsito, para lo que no es necesario llegar al límite de rotura de los materiales que lo componen (Figura 1). Para comprender este mecanismo de falla de los pavimentos, se puede analizar desde el punto de vista de las tensiones y deformaciones que el tránsito aplica sobre el pavimento. El paso del eje de un vehículo genera tensiones de tracción en un punto particular, en el fondo del pavimento asfáltico. La mayor cantidad de los programas de diseño mecanicista de pavimentos comparan las tensiones generadas por un número de paso de ejes (considerado como número de eje de diseño, N_f) el cual es vinculado con las propiedades de fatiga que resiste el material, y de esta forma evalúan la vida del pavimento.



Fig. 1. Agrietamiento de pavimento asfáltico asociado a la falla por fatiga

Sin embargo, hay otro punto de vista desde el que se puede abordar para comprender esta problemática. Para entender este funcionamiento, es necesario recurrir al consumo de energía interna del material. El paso del tránsito empieza a debilitar la estructura, en la cual se reduce la energía interna con cargas lejanas a una carga máxima del tránsito.

En EEUU, por ejemplo, se cuenta con gran cantidad de tramos de prueba, con gran cantidad de variables para poder medir, que otorgan la suficiente información para poder calibrar de forma muy acertada el comportamiento que tienen los pavimentos asfálticos en la realidad.

2.2 Caracterización a fatiga en laboratorio

La caracterización a fatiga de las mezclas asfálticas es una tarea compleja. La evaluación en laboratorio lleva a desarrollar múltiples formatos de ensayos, desde considerar una viga de cuatro puntos (Figura 2) hasta un ensayo a tracción indirecta en distintas configuraciones de probetas. Sin embargo, el paso que más dificultades tiene es el de encontrar una correlación con el desempeño en campo.

La mayoría de los ensayos estudiados para caracterizar las mezclas asfálticas a fatiga, basan su funcionamiento en la aplicación de estados de carga o deformación controlados. Si se habla de tensión controlada, la probeta durante su ensayo será sometida a un estado de tensiones uniformes, en el cual se van a ir registrando las sucesivas deformaciones generadas, hasta su fallo.

Por otra parte, si se evalúa en un estado controlado de deformaciones, irán aplicándose ciclos de deformación uniforme, para poder medir la tensión resultante en la probeta. En ambas metodologías, se confeccionan gráficos en los cuales se evalúa la tensión o deformación resultante, en función de los ciclos de carga. Con estos gráficos se puede determinar la ley de fatiga de la mezcla en estudio.

Como se menciona previamente, vale aclarar que el criterio más común que lleva al fallo del espécimen, no es aquel que lo lleva a la rotura, sino el valor por el cual disminuye su módulo al 50 %; esto indica una pérdida importante de la capacidad estructural del material. Si bien el material todavía tiene capacidad de resistir cargas, de ninguna manera se está hablando del mismo material que se diseña y coloca en un principio, el cual ya pierde su carácter de homogéneo, y tiene numerosas microfisuras en el seno de su estructura.



Fig. 2. Método de cuantificación de fatiga por medio de la viga de cuatro puntos

El daño por fatiga en las mezclas asfálticas es de los más costosos, si no se lo atiende en forma preventiva. En primera instancia, se pueden evidenciar microfisuras con el pasar del tránsito. En cuanto se deje pasar esta situación, el problema puede desencadenar en fisuras que interconectan las de menor tamaño, formándose macrofisuras, visibles al ojo humano. En este estadio, el daño es crítico y las fisuras se llegan a conectar formando un patrón típico de este fallo, al que se conoce popularmente como “piel de cocodrilo”.

2.3 El NFU como aditivo del asfalto.

La producción mundial de neumáticos para la industria automotriz, se estima en 1300 millones de unidades hasta el año 2017 [2]. Si bien no es un material que presente un perjuicio directo al medioambiente, el mismo tiene un gran poder calorífico y no es degradable. Por ende, si bien no genera un perjuicio inmediato, la falta de tratamiento de los neumáticos desechados puede generar consecuencias a futuro.

En los últimos 20 años, las tendencias en investigaciones de pavimentos, buscan distintas alternativas de otorgarle un valor extra a los materiales que cumplieron su uso. Con este objetivo, la gran cantidad de neumáticos que se desechan, lleva a varios investigadores a encontrarle una utilidad final. Con un correcto tratamiento de molienda y pulverización, se llega a obtener un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño para introducirlo en el asfalto con la suficiente estabilidad para mejorar las sus propiedades.

3 Avances

El LEMaC, tiene como uno de sus ejes principales, la ponderación de distintos residuos (NFU, desgomado de soja, aceite usado de automóviles, etc.), en las distintas capas de la estructura de un pavimento. En particular, con respecto al NFU se realiza un amplio desarrollo en incorporarlo al asfalto en las tasas más grandes posibles.

En pequeñas proporciones, del entorno del 2 % al 5% de incorporación de caucho al asfalto, se encuentran mejoras sustanciales en comparación con el asfalto convencional de referencia. Las propiedades físicas obtenidas, como penetración, punto de ablandamiento, y recuperación elástica torsional, son comparables a ciertos asfaltos modificados, en los que se utilizan polímeros vírgenes para su obtención. En este sentido, obtener un asfalto con propiedades comparables a uno modificado, pero con residuos, coloca a esta clase de adiciones en un lugar privilegiado, con miras a procesos de obtención de materiales y constructivos mucho más amigables con el medio ambiente y que le den un destino final a un material, que es un gran foco de contaminación si no se lo trata adecuadamente.



Fig. 3. Equipo dispersor utilizado en el LEMaC

Los últimos objetivos del LEMaC, es la incorporación del NFU en grandes cantidades. Se ha conseguido obtener asfaltos modificados con porcentajes de caucho del entorno del 22 %. En estas proporciones se consigue aumentar el punto de ablandamiento y la viscosidad a altas temperaturas, así como disminuir la penetración. Con esta cantidad de NFU, la mayor problemática que se presenta es la de dispersar el caucho en el asfalto, con la temperatura, revoluciones y tiempo adecuado, y de esta forma evitar su segregación en la masa de asfalto.

En estos asfaltos altamente modificados con caucho, es esperable que se tenga un desempeño eficiente con mezclas destinadas a evitar a la reflexión de fisuras de capas inferiores [3,4]. A su vez, el fuerte aumento de la viscosidad que involucra la incorporación de este material, genera una disminución en la susceptibilidad del asfalto a las altas temperaturas, disminuyéndose el fenómeno de deformación permanente que se presenta en esta condición climática.

En el presente trabajo se planea continuar con el diseño de una mezcla convencional en caliente y de esta forma evaluar diferentes clases de asfaltos, en el que se incluye el betún modificado con NFU, en distintas configuraciones de ensayo para extraer las propiedades inherentes del material (modulo dinámico, fatiga con viga en 4 puntos y tracción por compresión diametral)

Referencias

- [1] SIG-Vial. Vialidad Nacional. <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/vialidad-nacional/sig-vial>
- [2] Botasso, G. (2018). Dispersiones de neumáticos fuera de uso. Su empleo en mezclas asfálticas densas y antiderrapantes.
- [3] Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas. Centro de estudios y experimentación de obras públicas (CEDEX). Ministerio de Medio ambiente y de Fomento de España (2007)
- [4] Guía para la fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas con polvo de neumático. SIGNUS. Sistema colectivo de gestión de neumáticos fuera de uso (2017)