

DESEMPEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS RETARDANTE DE LAS FISURAS REFLEJAS ELABORADAS CON ALTO CONTENIDO DE POLVO DE NFU

A. Segura*⁽¹⁾, **G. Botasso**⁽²⁾, **B. Raggiotti**⁽¹⁾, **I. Zapata**⁽²⁾, **O. Rebollo**⁽²⁾, **F. Vázquez**⁽¹⁾

(1) Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Materiales y Calidad (CINTEMAC), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

(2) LEMaC. Centro de investigaciones viales, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Calle 60 y 124, Berisso, Buenos Aires, Argentina.

[*asegura@frc.utn.edu.ar](mailto:asegura@frc.utn.edu.ar)

Tópico: T9 Materiales de construcción civil y vial. **Categoría:** C3 Trabajos de investigación o desarrollo realizados en el marco de la ejecución de un posgrado

El mejor desempeño de las capas asfálticas en las intervenciones de rehabilitación en pavimentos, tiene el objetivo de retrasar la aparición de fisuras y prolongar su vida útil. Para ello existen diferentes alternativas constructivas en las cuales se utilizan distintos materiales. Es por esto, que para evaluar la capacidad de aportar a dicha situación y contribuir a un mayor reuso de neumático fuera de uso (NFU), se ha valorado el desempeño de diferentes mezclas elaboradas con alta tasa de NFU frente a sollicitaciones dinámicas. El mismo, permitió la comparación entre ellas y estimar cuál presenta mejores prestaciones para dicho uso.

Introducción

Una mezcla para retardo de fisura en la rehabilitación de pavimentos, deberá ser capaz de disipar las tensiones generadas deformándose y admitiendo una mayor cantidad de ciclos de carga hasta la rotura sin perjudicar otras características. En la presente investigación, para estudiar esto, se han evaluado el desempeño de diferentes mezclas asfálticas elaboradas con un mayor porcentaje de NFU en el ligante asfáltico y creciente discontinuidad granulométrica. Esto es para, además de dotar al ligante base de mejores características al igual que la mezcla, también lograr una mayor utilización de NFU.

Materiales y métodos

Los materiales utilizados para el desarrollo experimental, han sido polvo de caucho de NFU, ligante asfáltico convencional y modificado (AM3) y agregados. El NFU se obtuvo del pasante del tamiz N°25, es decir 0,7 mm.

El ligante asfáltico en el que se realizó la incorporación del NFU fue caracterizado, de acuerdo a la norma IRAM 6835 (2020) [1], como un CA-30. Los tres fueron ensayados a penetración, punto de ablandamiento (PA) y viscosidad rotacional a 60 °C, 135 °C y 170 °C. La incorporación del polvo de NFU fue realizado por vía húmeda, mediante un dispersor.

Los agregados utilizados para la elaboración de las diferentes mezclas estudiadas son de tamaños 0:3, 0:6 y 6:12. Estos agregados se utilizaron para la conformación de las diferentes mezclas para luego ser evaluadas. Estas, surgieron como consecuencia de las experiencias realizadas y la bibliografía, siendo una Arena Asfalto (AA), un Microconcreto discontinuo en caliente (MAC) y una del Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas [2] denominada CEDEX. Luego se fabricaron probetas Marshall de cada una de las siete mezclas, para la determinación de los parámetros mecánicos y volumétricos. La valoración de la propagación de la fisura se realizó sobre probetas rectangulares de 30 cm de largo, 10 cm de ancho, 5 cm de espesor y una entalladura en la parte inferior representando una fisura existente. Las mismas fueron obtenidas cortando las del ensayo de ahuellamiento, Figura 1a, y la metodología se hizo a través del modelo de reflejo de fisuras con equipo de cargas cíclicas (MR) LEMaC, que fue evaluado y utilizado por Delbono (2014) [3]. Esta utiliza el equipo de módulo dinámico, Figura 1b, descrito en la UNE EN 12697-26 (2006) [4], adaptándolo al denominado Módulo de Rigidez (MR). Este también se utilizó en la determinación del módulo en las mismas. En la Figura 1c, se observa el inicio de la fisura en una de las mezclas estudiadas.



Figura 1: a) Corte de probetas. b) Equipo de módulo. c) Ensayo e inicio de fisura.

Resultados

Los resultados de los ensayos de los asfaltos se muestran en la Tabla 1 y en la Tabla 2 los obtenidos en las mezclas.

Ligante/Ensayo	Penet. [0.1 mm]	PA [°C]	Visc. 60 °C [dPa.s]	Visc. 135 °C [mPa.s]	Visc. 170 °C [mPa.s]
CA30	60	48	3450	503	-
CA30+24%NFU	28	67	-	10459.4	2200
AM3	52	76	-	-	580

Tabla 1: Resultados de ensayos en los ligantes asfálticos

Mezcla/Ensayo	Ligante [%]	Densidad [Kg/dm ³]	Vacíos [%]	(filler/asfalto)/vacíos. (f/a)/v [%]	Módulo [MPa]	Ciclos a rotura
AA CA30	6.8	2.378	3.73	40.4	3249	390
AA AM3	6.8	2.363	3.53	42.7	1703	412
AA NFU	9.0	2.311	2.51	44.3	2314	956
MAC AM3	5.0	2.398	4.11	27.7	2436	2470
MAC NFU	8.0	2.358	2.84	24.3	3445	5244
CEDEX AM3	5.0	2.331	5.17	11.0	1315	93
CEDEX NFU	8.0	2.228	6.86	5.0	2173	295

Tabla 2: Resultados de ensayos y determinaciones en las mezclas asfálticas

Con los valores de la Tabla 2 se realizaron los gráficos de relación entre la cantidad de ciclos a rotura, la relación (filler/asfalto)/vacíos y módulo. Estos se observan en la Figura 2a y 2b respectivamente.

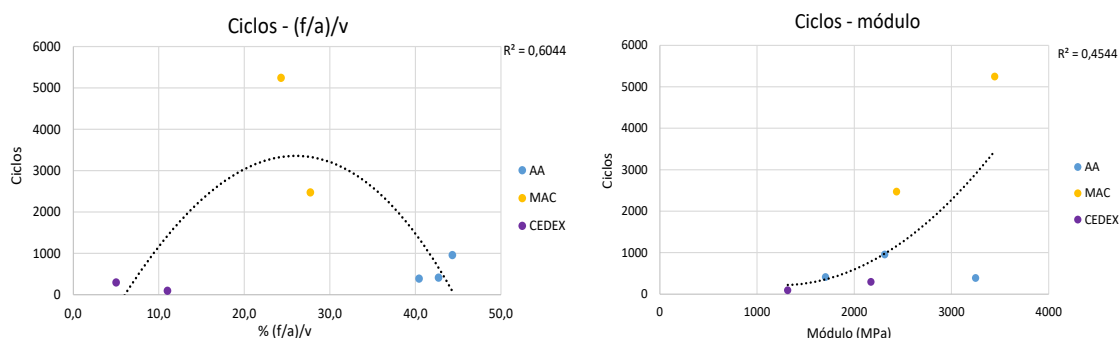


Figura 2: a) Gráfico cantidad de ciclos a rotura y porcentaje de (f/a)/v. b) Gráfico cantidad de ciclos a rotura y módulo.

En la AA se observa que la con NFU presenta un valor menor de densidad y vacíos, respecto de las otras dos mezclas AA.

En los MAC las densidades se encuentran cercanas entre el AM3 y NFU, siendo levemente inferior la mezcla con NFU, y los vacíos de éste último es menor. Esto se estima que esté relacionado con su estructura granular permitiendo alojar el NFU sin disipar la energía de compactación y también por el mayor porcentaje de ligante.

El MAC NFU admitió el mayor número de ciclos hasta la rotura respecto de todas las otras mezclas y para cada grupo de mezclas, la que fue elaborada con NFU resistió mayor cantidad de ciclos para alcanzar la rotura. Las tres mezclas estudiadas la AA, MAC y CEDEX presentan una discontinuidad creciente. En la Figura 2a se observa una tendencia a una mayor cantidad de ciclos a rotura para un entorno del 25% de la relación $(f/a)/v$. Asimismo, la Figura 2b muestra que los ciclos tenderían a un aumento con el incremento del módulo de la mezcla. Estos desempeños están asociados a la mayor capacidad elástica que presenta el ligante con NFU, las densidades, vacíos y estructura granular de las distintas mezclas.

Conclusiones

- Todas las mezclas elaboradas con CA30+24NFU presentan mayor cantidad de ciclos para la rotura respecto a las otras mezclas.
- Entre las mezclas AA, MAC y ESPAÑA elaboradas con CA30+24%NFU, se observa un incremento de vacíos, una creciente discontinuidad granulométrica y una mayor proporción de vacíos respecto a la cantidad de mastic, respectivamente. Asimismo, el MAC NFU es la que más ciclos admitió hasta llegar a la rotura. Se estima que un aumento de la cantidad de vacíos que contengan un mastic asfáltico más elástico, colabora a resistir más ciclos de carga. Esto último se considera que sucede hasta cierto incremento de vacíos o relación $(f/a)/v$, ya que en CEDEX y AA la cantidad de ciclos es menor.
- La mayor cantidad de ciclos con el incremento del módulo, puede deberse a que las tensiones se distribuyen en una superficie mayor, generando así una menor concentración de éstas en la fisura inducida.

Referencias

- [1] IRAM 6835 (2020). Asfaltos para uso vial. Clasificación por viscosidad – Requisitos. Asphalt for pavements. Classification by viscosity. Requirements. Instituto argentino de normalización y certificación. Argentina. pp 12.
- [2] Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas. (2007). Centro de estudios y experimentación de obras públicas (CEDEX). Ministerio de Medio ambiente y de Fomento de España. Madrid, España. ISBN: 978-84-7790-450-2. pp 63.
- [3] Delbono, L. (2014). Tesis doctoral: Estudio de grillas poliméricas en sistemas anti-reflejo de fisuras bajo sollicitaciones dinámicas. Edutecne, La Plata, Buenos Aires, Argentina. ISBN: 978-987-1896-38-7. pp 414.
- [4] UNE EN 12697-26 (2006). Método de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Rigidez. Test methods for hot mix asphalt. Stiffness. Asociación española de normalización y certificación. España. pp 26.