

Reuse of the RAP Derived from Hot Modified Asphalt Mixes for Road Use

Reutilización de los RAP Derivado de Mezclas Asfálticas Modificadas en Caliente para Uso Vial

Nidia Nilda Estefania Fretes, Ingeniera civil¹, Hugo Daniel Bianchetto, Doctor en ingeniería¹, Hector Luis Delbono, Doctor en ingeniería²

¹Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda, Argentina, nfretes@fra.utn.edu.ar, hbianchetto@yahoo.com.ar

²Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, Argentina, delbonoluis@hotmail.com

Abstract—In the last decade, studies of flexible pavement have implemented environmentally friendly techniques, among which is the use of recycled material from the road at the end of its service life, this is called Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). This practice is of great environmental importance since the conventional method to make hot mix asphalt uses two non-renewable resources such as the aggregates and the asphalt binder. In particular, this ongoing research is addressing the study of material derived from a modified aged asphalt mix which we will call RMAP, using the (M) for modified. The first results of the characterization of one of the three RMAP under study at the LEMaC Centro de Investigaciones Viales-UTN FRLP-CIC-PBA are presented. Europe in 2019, had a total production of 280 million tons of Hot Mix Asphalt, of which a notable percentage was used for reuse; As an example, Spain, France, Germany and Italy registered 1.5, 8.07, 13.4 and 9.5 million tons of recycling, respectively. The highest application percentages are through the use of hot recycling. Due to the aforementioned, for the first experiments a dense hot mix asphalt was dosed using the Marshall method, with an RMAP contribution of 25%, using a conventional asphalt CA-30 as virgin asphalt, without the addition of any rejuvenator. It can be seen how an aged modified asphalt which lost properties due to short and long-term aging, still presents a good elastic behavior compared to a conventional aged asphalt and the important report of modified aged binder should be weighed by incorporating 25% RMAP in the new mix, thus highlighting all the benefits that the application of RMAP entails from the economic and environmental point of view.

Resumen—En la última década, los estudios de los pavimentos flexibles han implementado técnicas amigables con el medio ambiente entre las cuales se encuentra el empleo de material reciclado de la carretera al finalizar su vida en servicio, conocido como RAP por su sigla en inglés (Reclaimed Asphalt Pavement). Esta práctica es de suma importancia medioambiental dado que el método tradicional de fabricación de mezclas asfálticas en caliente utiliza dos recursos no renovables: los agregados pétreos y el ligante asfáltico. En particular, en esta investigación en curso se está abordando el estudio del material derivado de una mezcla asfáltica envejecida modificada, al que denominaremos RMAP, utilizando la (M) de modificado. Se exponen los primeros resultados de la caracterización de uno de los tres RMAP en estudio en el LEMaC Centro de Investigaciones Viales UTN FRLP-CIC-PBA. Europa, en el año 2019, tuvo una producción total de 280 millones de toneladas de mezcla asfáltica en caliente, de los cuales un porcentaje

notable se empleó para reutilización; a modo de ejemplo, España, Francia, Alemania e Italia registraron 1.5, 8.07, 13.4 y 9.5 millones de toneladas de reciclado, respectivamente. Los porcentajes de mayor aplicación son mediante el empleo de reciclado en caliente. Por lo antes mencionado, para las primeras experiencias se dosificó una mezcla asfáltica densa en caliente mediante el método Marshall, con un aporte RMAP de 25%, utilizando como asfalto virgen un asfalto convencional CA-30, sin la adición de ningún rejuvenecedor. Se puede apreciar cómo un asfalto modificado envejecido, que perdió propiedades debido al envejecimiento a corto y largo plazo, aún presenta un buen comportamiento elástico frente a un asfalto envejecido convencional; y, además, debe ponderarse el importante aporte de ligante envejecido modificado al incorporar un 25% de RMAP en la nueva mezcla, resaltando así todos los beneficios que la aplicación de los RMAP conlleva, desde el punto de vista económico y ambiental.

Keywords—RAP, asfalto modificado, envejecimiento, reciclado, mezcla asfáltica en caliente

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la pandemia a nivel mundial se ha generado una crisis económica que enfatiza el uso y gestión de los recursos disponibles. En países como el nuestro, con una vasta extensión territorial, el estado de las vías de comunicación adquiere una considerable importancia para la optimización de tiempo y calidad de la distribución de insumos sanitarios, particularmente de vacunación.

Dentro del ciclo de vida de los pavimentos flexibles elaborados con cemento asfáltico en caliente (CAC), se desarrollan cinco procesos fundamentales que pueden impactar negativamente sobre el medio ambiente, los cuales se observan en la Figura 1 [1]. La tendencia actual en el tratamiento de los residuos provenientes de las carreteras es la optimización de los recursos mediante la reutilización o el reciclado de los materiales en nuevas mezclas, buscando como objetivo cuidar al medio ambiente, evitar el aumento o apertura de las zonas de descargas (vertederos) y colaborar con el decrecimiento del uso de materiales naturales [2]. De esta manera, el empleo del RAP ha tomado mayor importancia, dado que el fin de la vida de servicio de la carretera no implica que los materiales que la componen se encuentren agotados [3].

Las mezclas asfálticas modificadas han sido desarrolladas gracias al empleo de la modificación de los ligantes asfálticos con la incorporación principalmente de polímeros, ya sea a pie de obra o dentro de las plantas de producción. En nuestro país, este tipo de tecnología fue implementada por primera vez en la década de los 90' con los denominados "microaglomerados asfálticos en caliente", con una masiva aplicación en nuestros días. En virtud de su longevidad, los pavimentos fabricados con estas tipologías de mezclas han comenzado recientemente a presentar fallas o anomalías que ameritan su rehabilitación, reconstrucción o refuerzo, obteniéndose como resultado un material "novedoso" como es el RAP derivado de mezclas con ligantes asfálticos modificados (RMAP), el cual presenta un alto valor agregado por el avance tecnológico incluido en el propio ligante modificado[4]. Aunque tal material esté

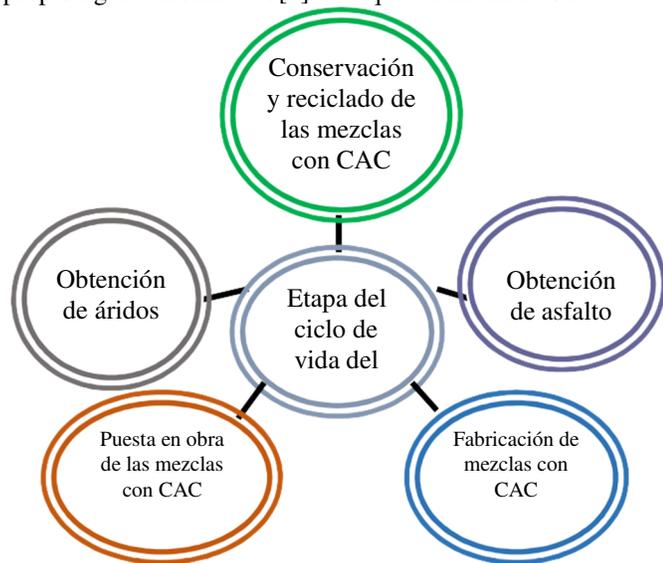


Fig. 1 Ciclo de vida de las mezclas de concreto asfáltico en caliente

envejecido debido a las pérdidas de uno de sus principales componentes, "los máltenos", y el incremento de la cantidad de asfaltenos en su composición, además de la propia degradación que pudo producirse dentro de la fase polimérica, puede presentar propiedades distinguibles en comparación de un asfalto envejecido convencional.

Los beneficios que el empleo del reciclaje aporta a las reconstrucción o rehabilitaciones de las carreteras son la disminución de los costos y de las emisiones CO₂ al ambiente [5].

II. PARTE EXPERIMENTAL

A. Caracterización de los materiales

En el LEMaC Centro de Investigaciones Viales UTN- FRLP – CIC PBA se cuenta con tres tipologías de RMAP, las cuales se muestran en la Tabla 1. En esta primera etapa se trabajó con el RMAP 1. Para su correcta caracterización, el material producto del fresado fue sometido a la separación de sus componentes

siguiendo los lineamientos de la Norma NLT353 [6] dando como resultado, por un lado, ligante asfáltico modificado envejecido y, por el otro, el agregado pétreo. Al ligante extraído se le realizaron los siguientes ensayos: penetración [7], punto de ablandamiento [8], viscosidad rotacional [9] y en particular, un ensayo propio para los asfaltos modificados, la recuperación elástica por torsión [10]. Los valores obtenidos se pueden observar en la Tabla 2 y se comparan con los parámetros que establece la norma IRAM 6596 para la clasificación de los asfaltos modificados (ver Tabla 3), donde se puede apreciar que el asfalto modificado envejecido tipo AM3 aún presenta propiedades elásticas que permiten clasificarlo como un asfalto modificado AM1.

Al agregado pétreo derivado del RMAP1, se lo sumerge en Kerosene utilizando una centrifuga de plato, donde se obtiene una condición similar a la que estará expuesto dentro del tambor de la planta de producción al entrar en contacto con los agregados pétreos vírgenes precalentados. En esta situación, se realizó la granulometría, necesaria para el diseño de las mezclas; la misma se puede observar en la Figura 2, donde se resalta en línea de color azul la granulometría del árido del RMAP1, en comparación de las dos líneas de color rojo que representan al huso utilizado en el diseño de una mezcla tipo SMA, demostrando el efecto que generan las púas que conforman el rotor en las fresadoras, lo cual produce la fractura de la estructura de la mezcla aumentando la cantidad de partículas de menor tamaño, obteniéndose una granulometría continua. Para resaltar lo antes mencionado se remarcó el tamiz N° 4, que realiza la distinción entre los agregados gruesos y finos.

TABLA I
TIPOS DE RMAP

RAP de mezclas con asfalto modificado con polímero	Ubicación del Tramo de extracción	Tipología de mezcla asfáltica de origen	Años aproximados en servicios
RMAP 1	AU Ezeiza- Cañuelas, Buenos Aires.	SMA ^a 19	10 a 12
RMAP 2	RP 91 Cañada de Gómez-Totoras, Santa Fe.	CACD ^b con AM3	1,5
RMAP 3	Av. 7 entre calle 54 y 57, La Plata, Buenos Aires.	CACD ^b con AM3	20

^aStone Mastic Asphalt

^bConcreto asfáltico en caliente denso

TABLA 2
RESULTADOS DEL ANALISIS DEL LIGANTE ASFÁLTICO ENVEJECIDO RECUPERADO DEL RMAP1

Parámetros analizados	Valores resultantes	Métodos
Penetración (25°C, 100g, 5s) (1 dmm)	20	IRAM 6576
Punto de ablandamiento (°C)	63	IRAM 6841
Recuperación elástica por torsión (25°C) (%)	12	IRAM 6830
Viscosidad Brookfield 100°C (Poise)	148	IRAM 6837
Viscosidad Brookfield a 135°C (Poise)	11,7	IRAM 6837

TABLA 3
REQUISITOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS ASFALTOS
MODIFICADOS SEGÚN NORMA IRAM 6596

Parámetros analizados	AM1	AM2	AM3	Métodos
Penetración (25°C, 100g, 5s) (1 dmm)	> 20	> 50	> 50	IRAM 6576
Punto de ablandamiento (°C)	> 60	> 60	> 65	IRAM 6841
Recuperación elástica por torsión (25°C) (%)	> 10	> 40	> 70	IRAM 6830

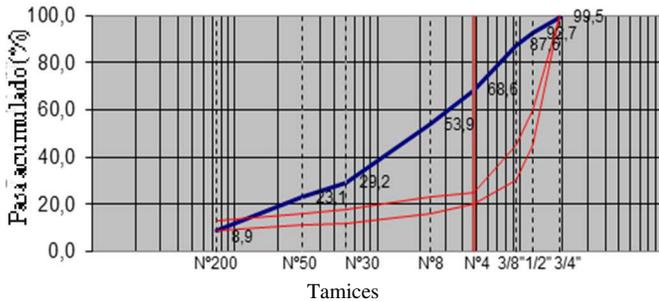


Fig. 2 Granulometría del árido del RMAP1 luego de "lavado" con solvente.

B. Primeras experiencias del diseño de mezcla con RMAP1

Se plantea el desarrollo de una mezcla en caliente tipo MCACD 19 con asfalto virgen convencional CA-30 y, en una primera instancia, con un 25% de RMAP en peso de mezcla. Se plantea dicho porcentaje dado que se cuenta con antecedentes bibliográficos que manifiestan el comportamiento de los RAP en valores menores a un 15% en peso de la mezcla, donde el porcentaje de incidencia del asfalto envejecido que aporta a la nueva mezcla no altera al asfalto resultante [11], entonces se desestima su aporte actuando solamente como agregado pétreo. Para porcentajes mayores de RAP se deben realizar estudios por la alteración que genera el asfalto envejecido en el resultante [12]. Los agregados pétreos vírgenes a utilizar son granitos del sistema serrano de Tandil, provincia de Buenos Aires, en graduaciones de 0-6 y 6-20. Como filler calcáreo, se emplea cal hidráulica hidratada de origen comercial. Se realizaron los ensayos de caracterización para uso vial de cada uno de los componentes antes mencionados, los cuales cumplen con las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones para Concretos Asfálticos en Caliente Densos y Semidensos de la Dirección de Vialidad Nacional (DVN) 2017 [13].

Como método de diseño se plantea el Método Marshall, debido a su amplio acceso tanto en el diseño como en el control de las obras viales. En las primeras experiencias, los resultados volumétricos han arrojado como porcentaje óptimos de asfalto virgen a incorporar valores menores a un 4% en peso de mezcla; es dable destacar que, generalmente, en la dosificación de las mezclas densas en caliente se obtienen dotaciones de alrededor.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

de 5%. Por esta razón, se procedió a constatar dicho porcentaje de aporte del asfalto envejecido modificado del 25% de RMAP1 a la nueva mezcla utilizando el ensayo de calcinación siguiendo los lineamientos de la norma NLT-384 [14]. El resultado que arrojó fue de 4.59 % en peso de mezcla, lo que constata el aporte de asfalto envejecido modificado del 25% de RMAP1.

En futuras instancias, se espera continuar con la evaluación mecánica de las mezclas analizadas y, en el caso del asfalto envejecido: análisis reológicos, EDX, FTIR, TGA y DSR para completar la caracterización, tanto del propio asfalto envejecido modificado como de su compatibilidad con el asfalto virgen a emplear en las mezclas.

I. CONCLUSIONES

Mediante el análisis preliminar abordado se puede resaltar que un asfalto modificado AM3 proveniente de una mezcla del Tipo SMA 19, que estuvo en servicio durante aproximadamente 10 años, aún después de estar expuesto a las condiciones de servicio de mayor prestación como es el caso de una autopista, presenta condiciones elásticas que pueden ser consideradas para profundizar la evaluación de los RMAP, generando mayor optimización del material.

Los beneficios que implica el empleo de los RMAP son varios: reutilizar materiales de primera calidad, transformando un residuo en recurso; contribuir a la disminución del empleo de materiales vírgenes, en particular no renovables como son el ligante asfáltico y los agregados pétreos; y reducir la emisión del CO₂, al eliminarse el transporte necesario para su disposición como residuo al convertirse la propia obra en cantera y vertedero. El uso de los RAP aparece en el último PETP 2017 de la Dirección Nacional de Vialidad y con esta investigación se busca aportar lineamientos en la optimización y capacitación en el empleo de los RMAP en nuevas mezclas.

Por cuestiones conocidas por todos respecto a la pandemia, esta línea de investigación se vio interrumpida; apenas se proceda a la reapertura del centro de investigación se continuará con el análisis experimental. En paralelo, se continúa con el trabajo bibliográfico y con la reorganización de las actividades hacia los objetivos planteados.

REFERENCIAS

- [1] R. Moll Martínez, A. A. Aenlle, y M. González Lobera, «Mezclas asfálticas de bajo impacto ambiental para la rehabilitación de las carreteras en Cuba», *Rev. Cuba. Ing.*, vol. VIII 2017, n.º No 1, pp. 14-23, abr. 2017.
- [2] H. G. Botasso, A. C. Cuatrocchio, O. R. Rebollo, y C. J. Soengas, «Reciclado de pavimentos asfálticos en frío. Una forma de utilizar totalmente el RAP para el mantenimiento y rehabilitación de la red caminera.»
- [3] D. O. Larsen, E. Williams, M. Balige, A. Berardo, y L. Gulo, «Estudio de asfalto modificado envejecido en servicio para futuros proyectos de reciclados.», en *Memorias del XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito*, Córdoba, 2012, p. 12.

- [4] G. Liu, E. Nielsen, J. Komacka, G. Leegwater, y M. van de Ven, «Influence of soft bitumens on the chemical and rheological properties of reclaimed polymer-modified binders from the “old” surface-layer asphalt», vol. 79, pp. 129-135, 2015, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2015.01.002.
- [5] I. F. Leiva-Villacorta y I. A. Vargas-Nordebeck, «Mejores prácticas para diseñar mezclas asfálticas con pavimento asfáltico recuperado (RAP)», vol. 19, p. 10, 2017.
- [6] C. de E. de C. NLT-353, «Recuperación del ligante de mezclas bituminosas para su caracterización». 2000.
- [7] I. A. N. y C. IRAM 6576, «Asfaltos. Determinación de la penetración utilizando un penetrómetro de aguja.» 2004.
- [8] I. A. N. y C. IRAM 6841, «Asfalto para uso vial. Determinación del punto de ablandamiento. Método del anillo y la esfera». 2011.
- [9] I. A. N. y C. IRAM 6837, «Asfaltos. Determinación de la viscosidad rotacional». 2016.
- [10] I. A. N. y C. IRAM 6830, «Asfaltos. Determinación de la recuperación elástica por torsión». 2011.
- [11] N. P. Khosla, H. Nair, B. Visintine, y G. Malpass, «Effect of Reclaimed Asphalt and Virgin Binder on Rheological Properties of Binder Blends», *Int. J. Pavement Res. Technol.*, vol. 5, n.º 5, pp. 317-325, sep. 2012.
- [12] C. H. Fonseca Rodriguez y R. Villalobos Dávila, «Evaluación del cemento asfáltico recuperado de una mezcla asfáltica para su caracterización y uso en el diseño de mezclas asfálticas con contenidos de RAP en Monterrey», Monterrey, Nuevo León, México, abr. 2009.
- [13] Vialidad Nacional, «PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONCRETOS ASFÁLTICOS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE DEL TIPO DENSOS, CON APORTE DE RAP.» 2017.
- [14] C. de E. de C. NLT-384, «Contenido de ligante en mezclas bituminosas por el método de combustión». 2000.